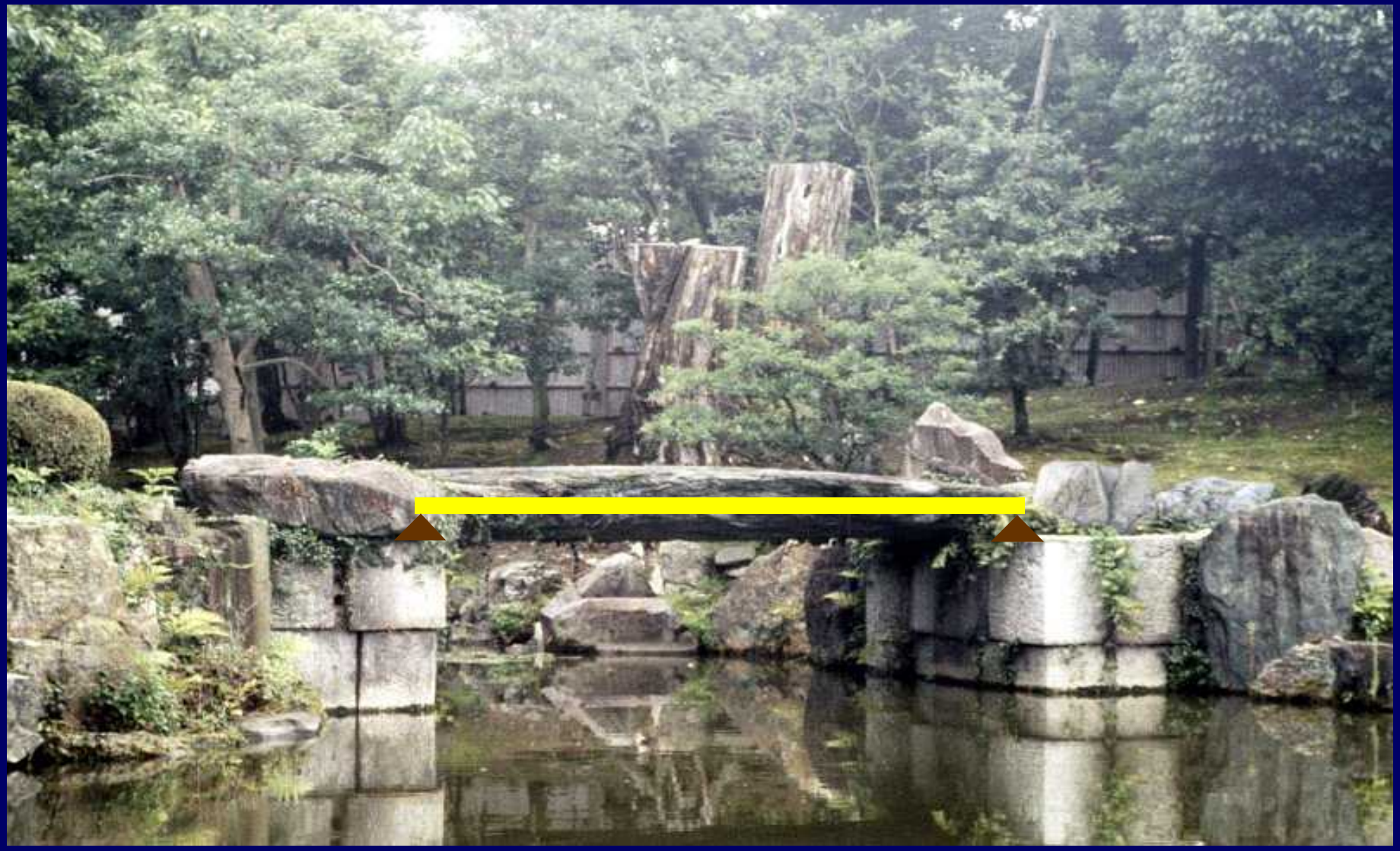
ANALISIS STRUKTUR I



ANALISIS STRUKTUR I

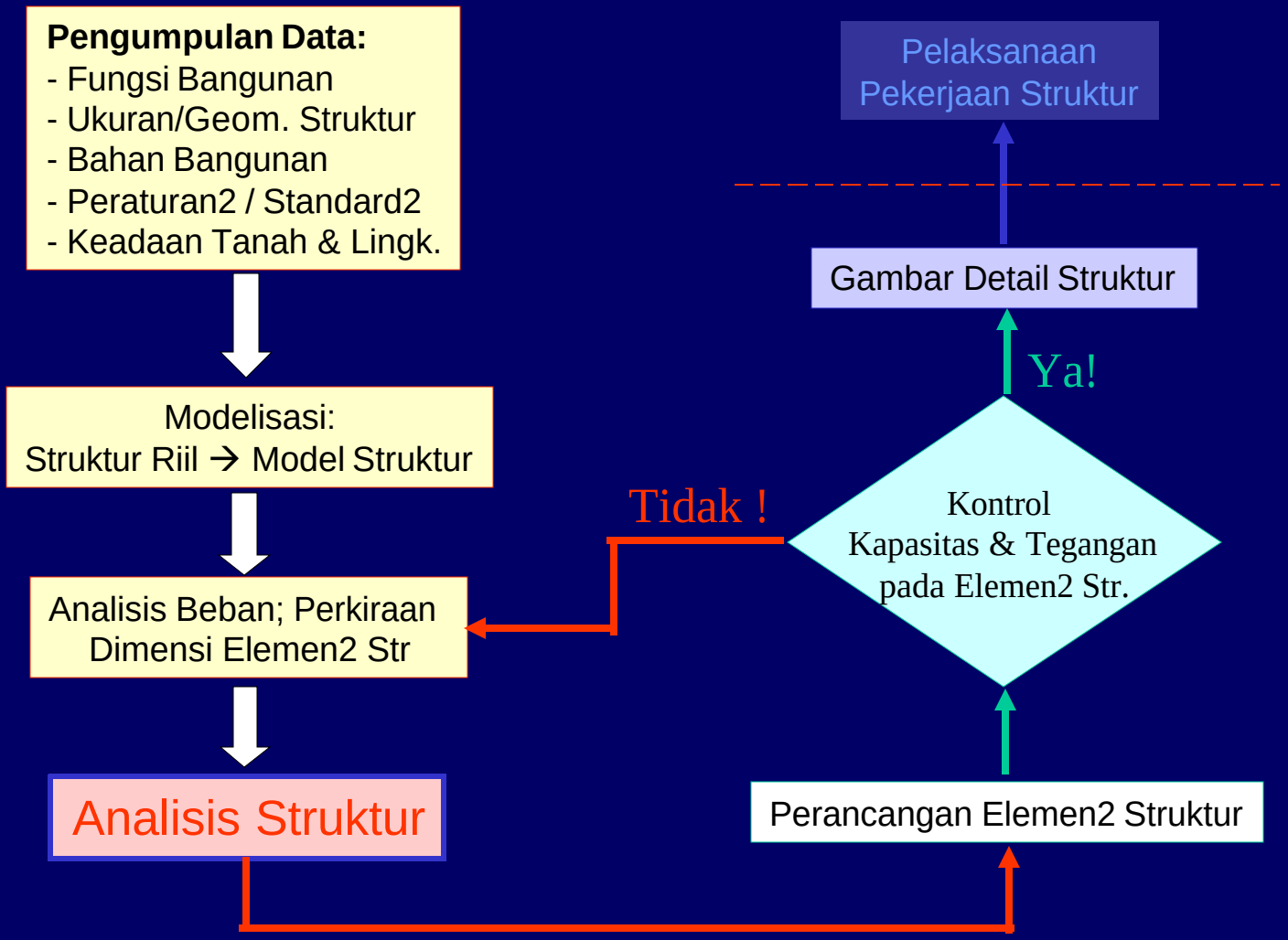
MATERI A.S. I
SETENGAH SEMESTER KE DUA

Struktur Statis Tertentu (Statically Determinate Structures), meliputi:

1. Struktur Portal: Cara Analitis dan Grafis
2. Struktur Portal dan Pelengkung 3 Sendi: Cara Analitis dan Grafis
3. Struktur Kantilever dalam Ruang dengan beban Momen Torsi
4. Tinjauan matematis hubungan gaya2 eksternal dan internal

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

PROSES PERANCANGAN BANGUNAN SIPIL



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

PERAN ANALISIS STRUKTUR

Analisis Struktur *bukan merupakan tahapan akhir* dalam proses perancangan.

Analisis Struktur merupakan `alat´ yang digunakan untuk mendukung proses perancangan.

Tujuan utama dari Analisis Struktur adalah untuk membantu perancang struktur dalam membuat keputusan2 penting dalam proses perancangan.

Hasil dari suatu Analisis Struktur pada sebuah struktur akibat beban2 yang bekerja padanya adalah respon struktur tersebut, yang berupa:

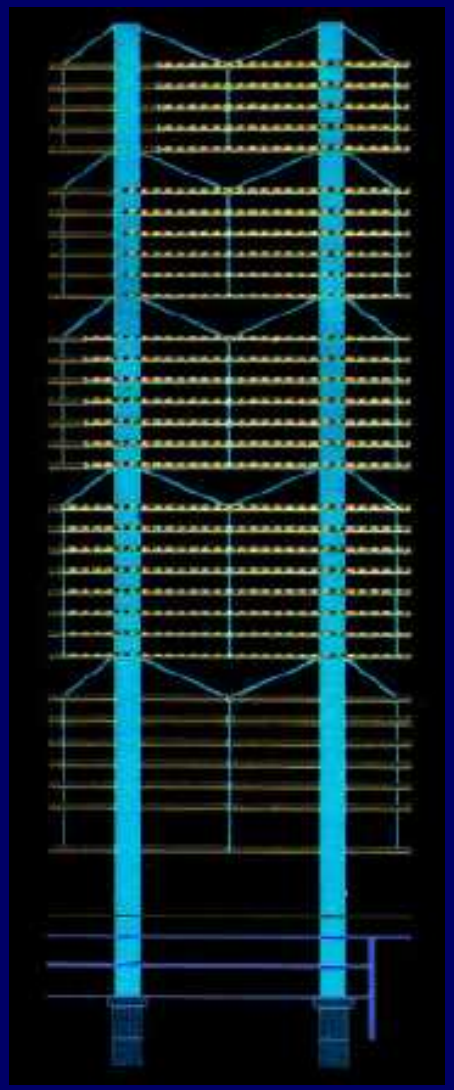
- *perubahan posisi elemen2 atau bentuk konfigurasi struktur*
- *gaya2 internal pada elemen2 struktur : gaya aksial , gaya geser , momen lentur , momen torsi* .

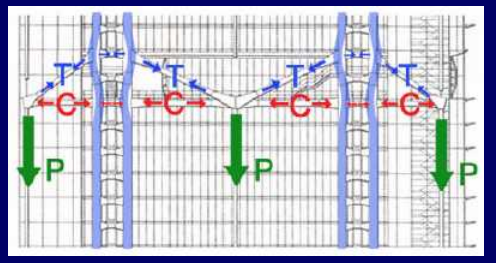
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

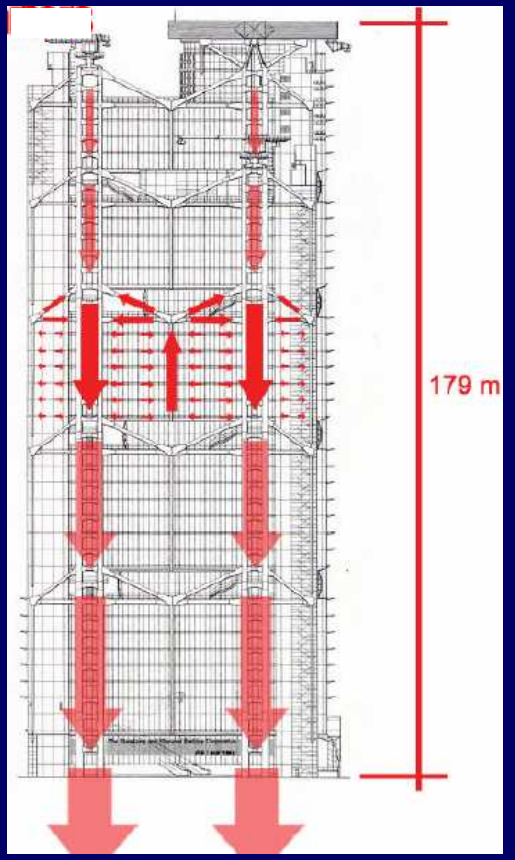
MODELISASI STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR

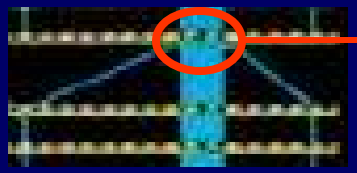






REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

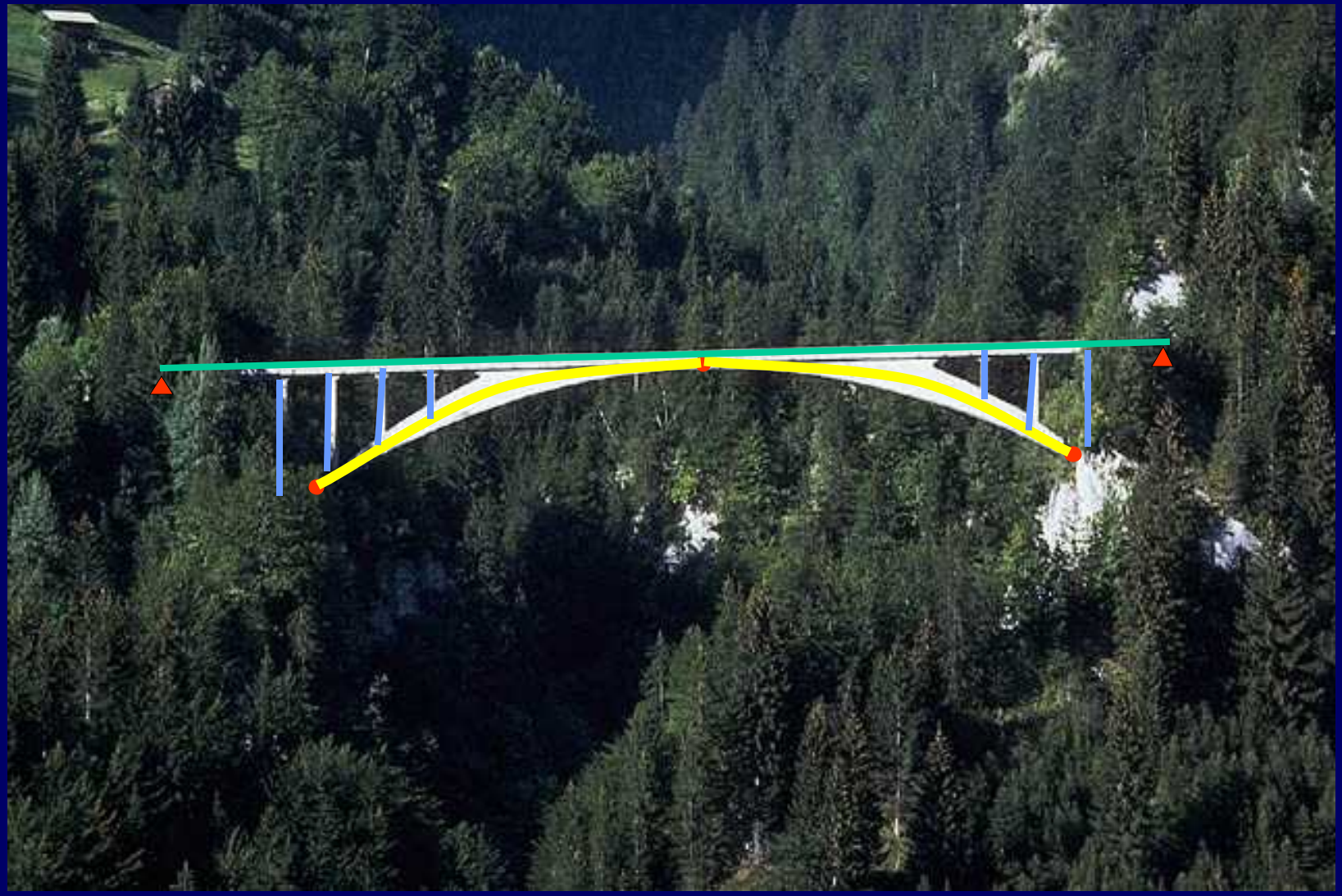
MODELISASI STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR

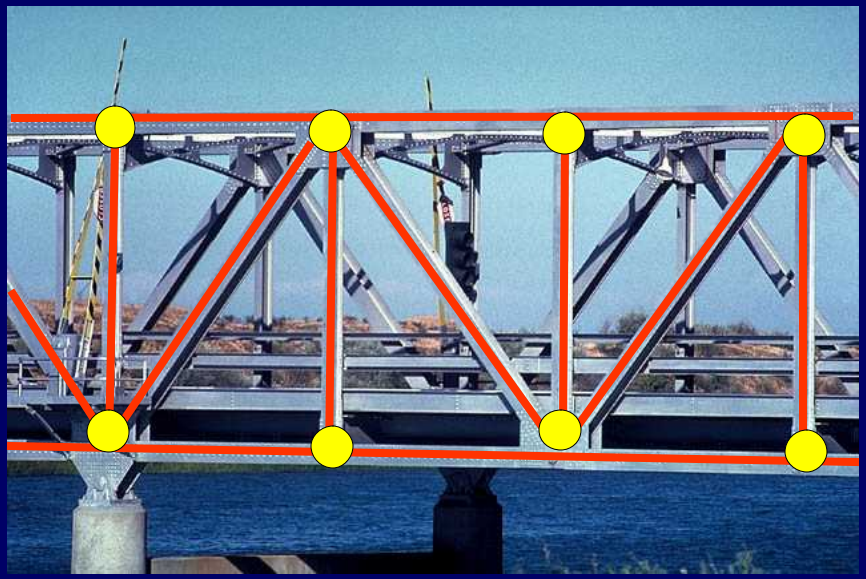
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR



Pelaksanaan yg benar !

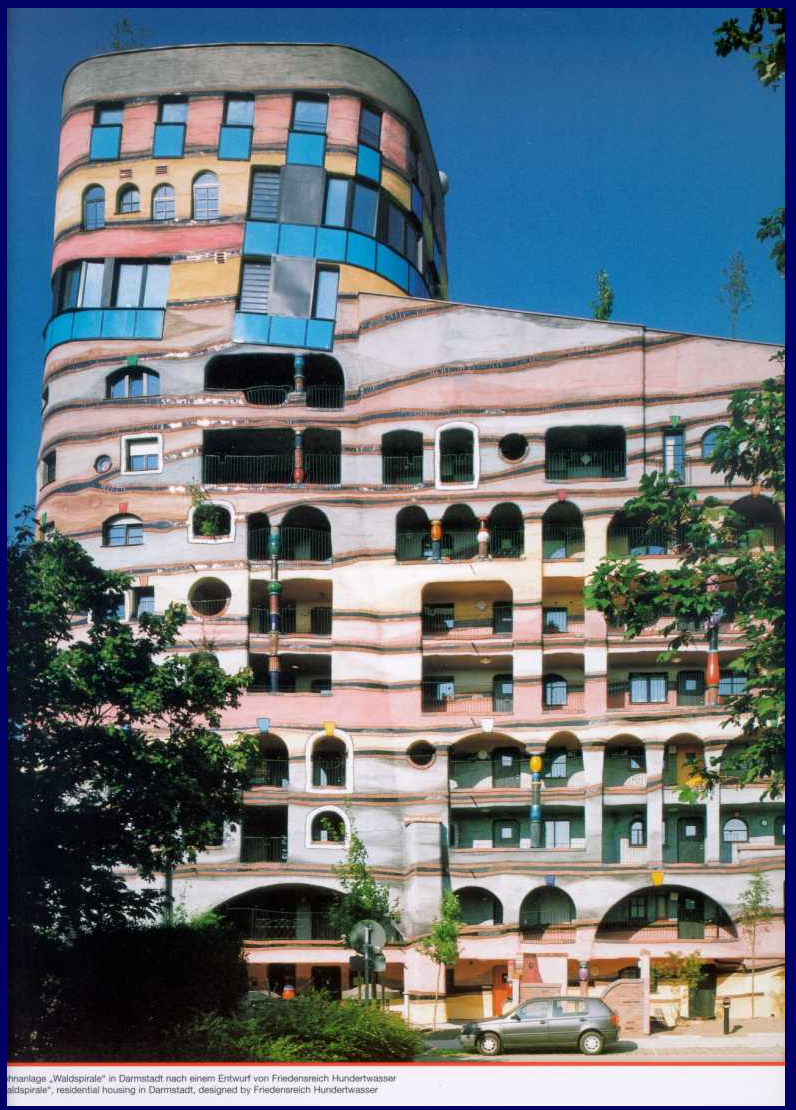
Sering dilaksana-kan sbg jepit !

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR

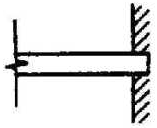
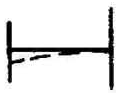
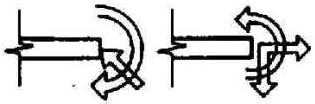
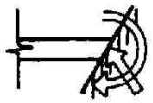
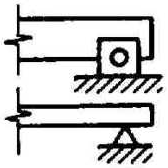
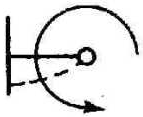
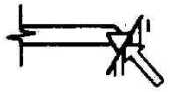
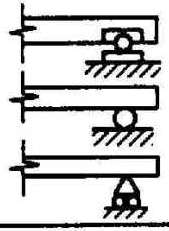
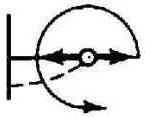
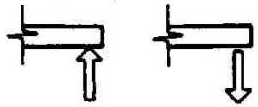
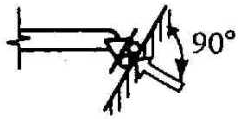
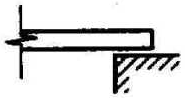
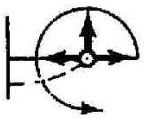
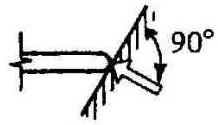
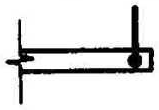
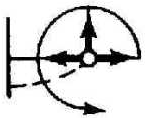
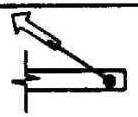


REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

MODELISASI STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

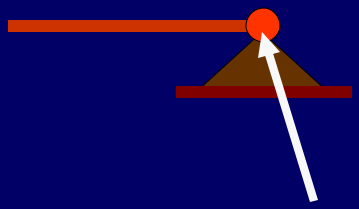
JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

Jenis tumpuan	Simbol	Jenis rotasi dan translasi yang dapat terjadi pada tumpuan	Jenis gaya yang dapat timbul pada tumpuan	Jenis gaya yang dapat timbul apabila tumpuannya miring
Tumpuan jepit				
Tumpuan sendi				
Tumpuan rol				
Tumpuan sederhana				
Tumpuan kabel				

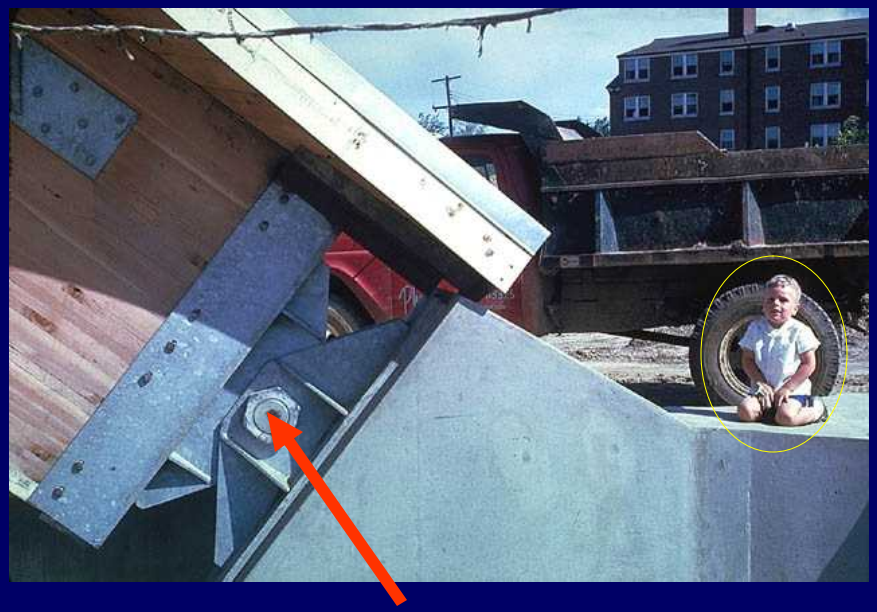
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

TUMPUAN SENDI



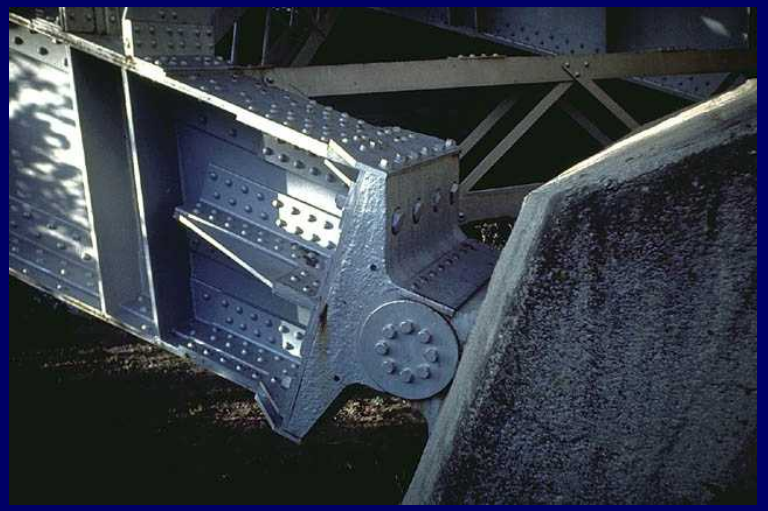
Tumpuan sendi dapat menahan gaya horisontal dan vertikal, tetapi tidak dapat menahan momen.

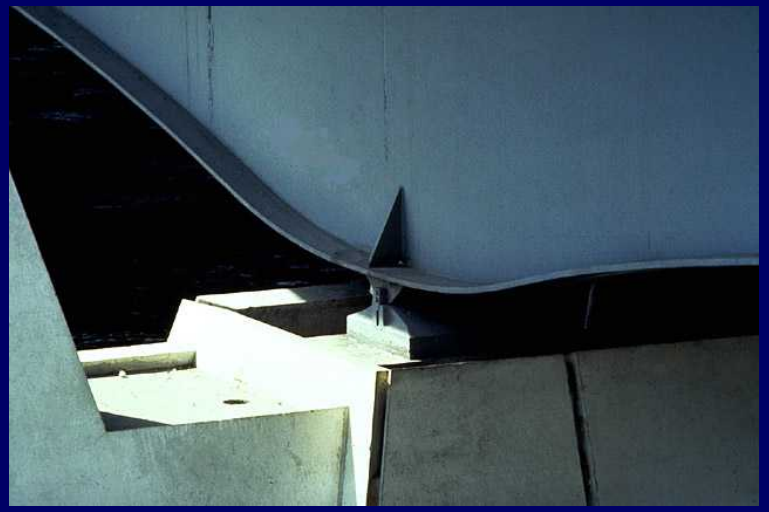


REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

TUMPUAN SENDI

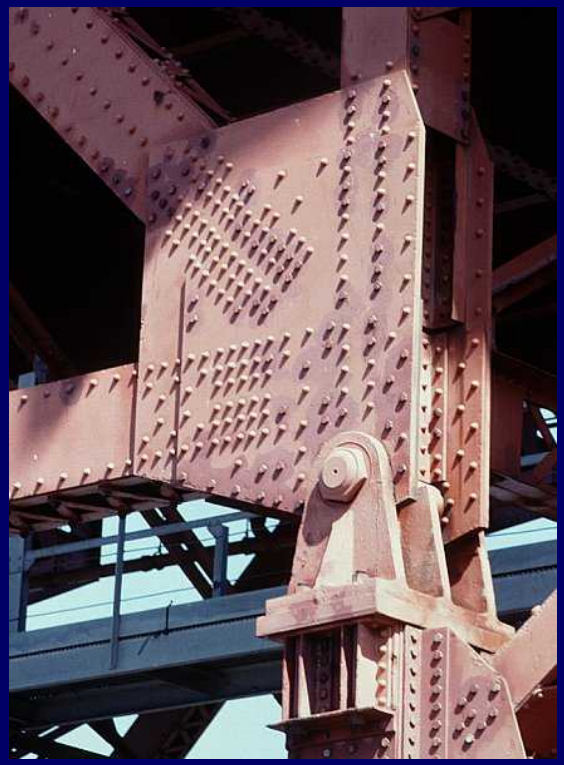




REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

TUMPUAN SENDI



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

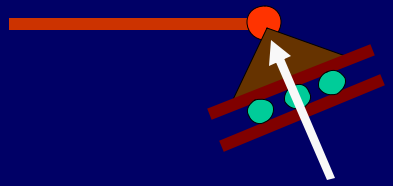
TUMPUAN SENDI

Balok Gerber

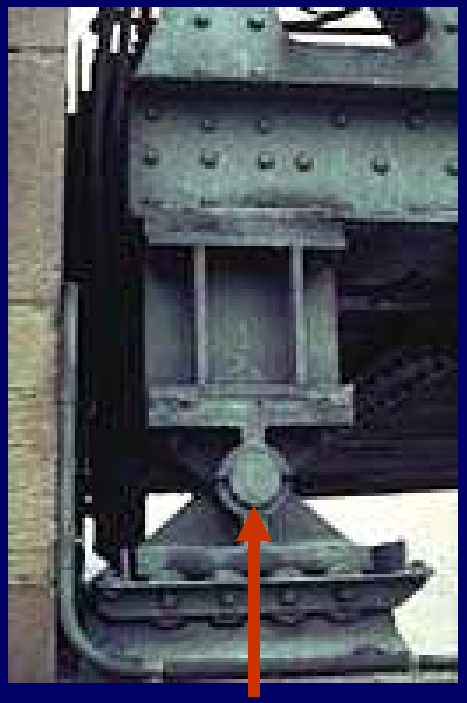
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

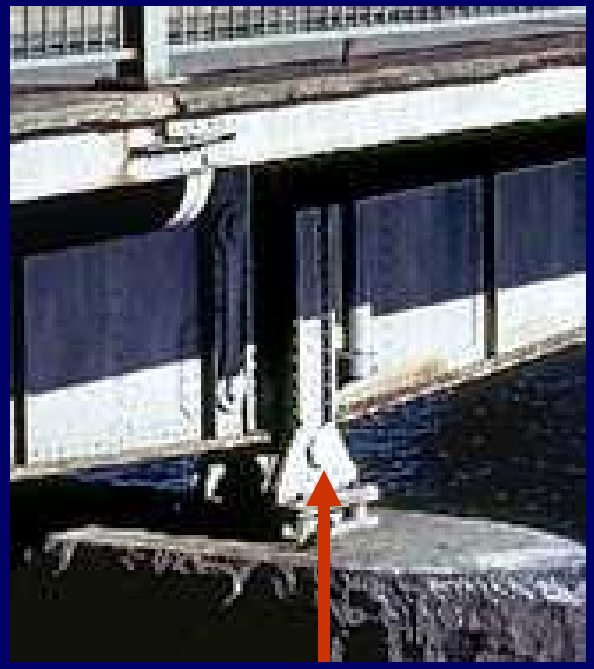
JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

TUMPUAN ROL



Tumpuan rol hanya dapat menahan gaya *tegak lurus pada bidang tumpunya* ,
tetapi tidak dapat menahan momen

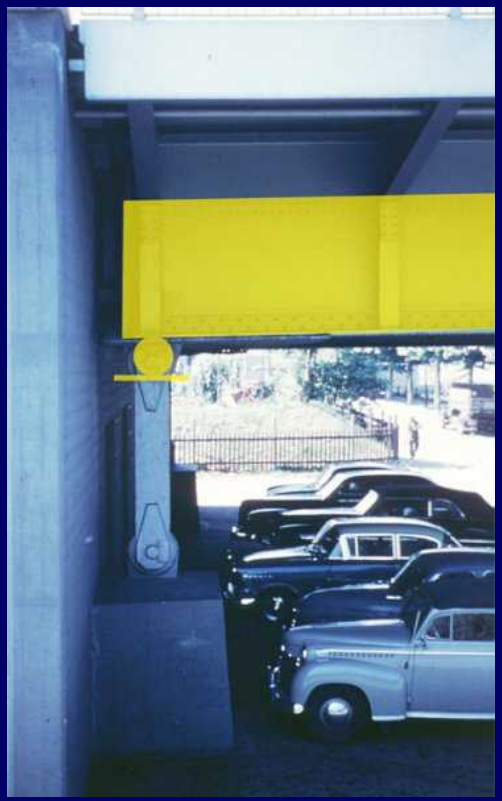




REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

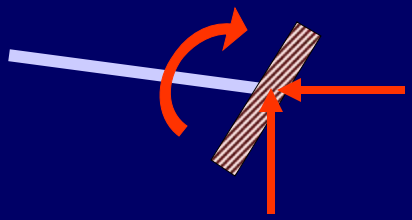
TUMPUAN ROL



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

TUMPUAN JEPIT



Tumpuan jepit dapat menahan gaya vertikal maupun horisontal dan dapat menahan momen

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

TUMPUAN JEPIT

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

PEDOMAN2 PEMBEBANAN:

Tata Cara Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya.
SNI 03-1725-1989

Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung
SNI 03-1727-1989

Pedoman Pembebanan untuk Jembatan Jalan Rel

etc.

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

JENIS-JENIS BEBAN UNTUK BANGUNAN GEDUNG (SNI 03-1727-1989):

1. Beban Mati (M):
   ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, `finishing`, mesin2, serta peralatan tetap yg merupakan bagian yg tak terpisahkan dari gedung itu.

2. Beban Hidup (H):
   ialah semua beban yg terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung; termasuk beban2 pada lantai yg berasal dari barang2 yg dapat berpindah, mesin2 serta peralatan yg tidak merupakan bagian yg tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung tersebut, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan latai atau atap gedung.

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

3. Beban Angin (A):
   ialah semua beban yg bekerja pada gedung atau bagiannya yg disebab-kan oleh selisih dalam tekanan udara.

4. Beban Gempa (G):
   ialah semua beban atau gaya-gaya di dalam struktur yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa

5. Beban Khusus (K):
   ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yg terjadi akibat:
   - selisih suhu
   - pengangkatan dan pemasangan
   - penurunan fondasi
   - gaya2 tambahan yg berasal dari beban hidup → gaya rem, gaya sen-trifugal dan gaya dinamis

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

CONTOH: Beban Mati → Berat sendiri bahan bangunan

BAHAN BANGUNAN

Baja	7.850 kg/m^3
Batu alam	2.600 kg/m^3
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500 kg/m^3
Batu karang (berat tumpuk)	700 kg/m^3
Batu pecah	1.450 kg/m^3
Besi tuang	7.250 kg/m^3
Beton (1)	2.200 kg/m^3
Beton bertulang (2)	2.400 kg/m^3
Kayu (Kelas I) (3)	1.000 kg/m^3
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1.650 kg/m^3
Pasangan bata merah	1.700 kg/m^3
Pasagang batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200 kg/m^3
Pasangan batu cetak	2.200 kg/m^3
Pasangaan batu karang	1.450 kg/m^3
Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600 kg/m^3
Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m^3
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850 kg/m^3
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1.700 kg/m^3
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000 kg/m^3
Timah hitam (timbel)	11.400 kg/m^3

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

CONTOH: Beban Mati → Berat sendiri bahan bangunan

KOMPONEN GEDUNG	
Adukan, per cm tebal:	
– dari semen	21 kg/m²
– dari kapur, semen merah atau tras	17 kg/m²
Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm tebal	14 kg/m²
Dinding pasangan bata merah	
– satu batu	450 kg/m²
– setengah batu	250 kg/m²

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

CONTOH: Beban Hidup

BEBAN HIDUP PADA LANTAI GEDUNG

a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m²
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m²
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m²
d.	Lantai ruang olah raga.	400 kg/m²
e.	Lantai ruang dansa	500 kg/m²
f.	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain daripada yang disebut dalam a s/d e, seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m²

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

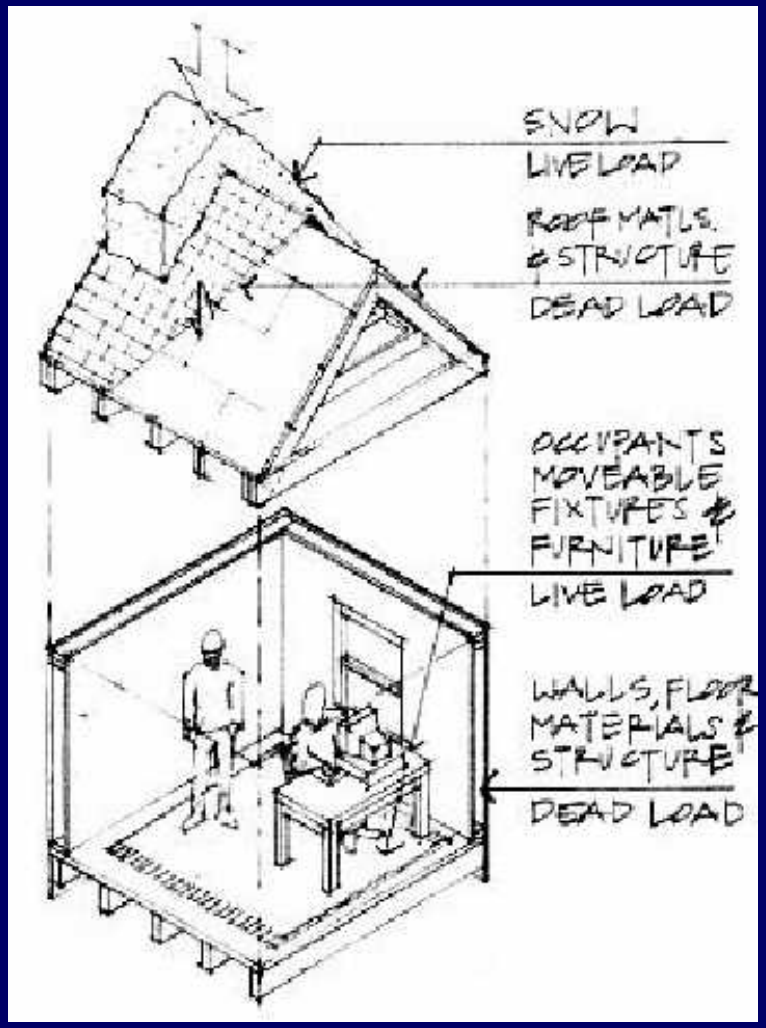
CONTOH: Beban Hidup

g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m²
h.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m²
i.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m²
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m²
k.	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m²
l.	Lantai gedung parkir bertingkat: – untuk lantai bawah – untuk lantai tingkat lainnya	 800 kg/m² 400 kg/m²
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m²

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

Beban mati dan beban hidup:



Beban gempa:

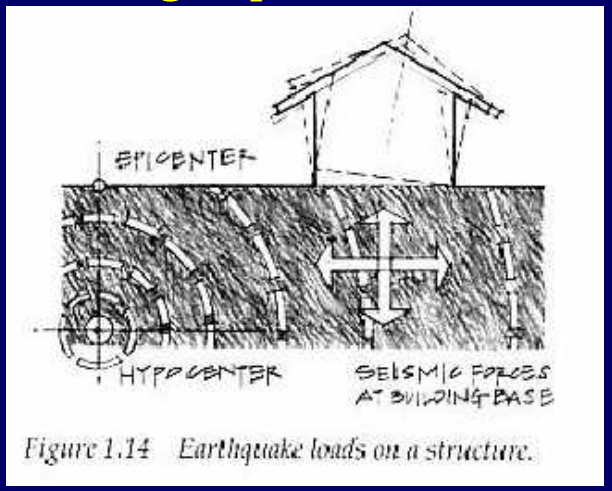


Figure 1.14 Earthquake loads on a structure.

Beban angin:

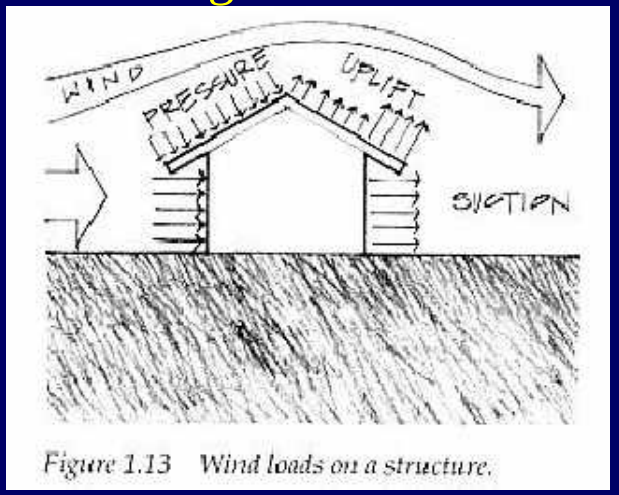
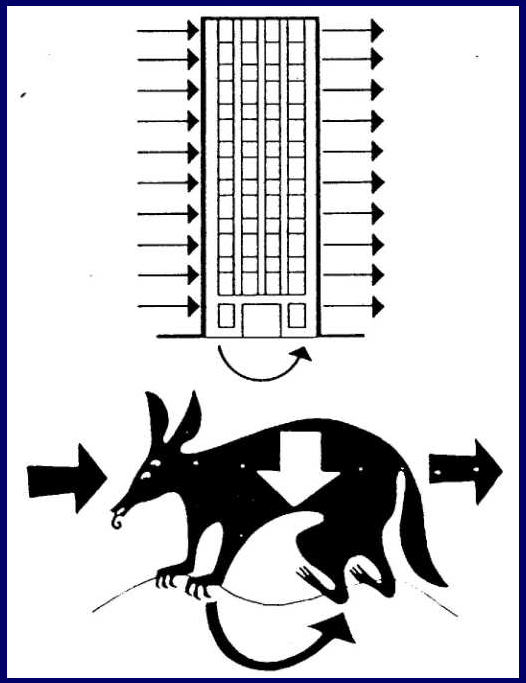


Figure 1.13 Wind loads on a structure.

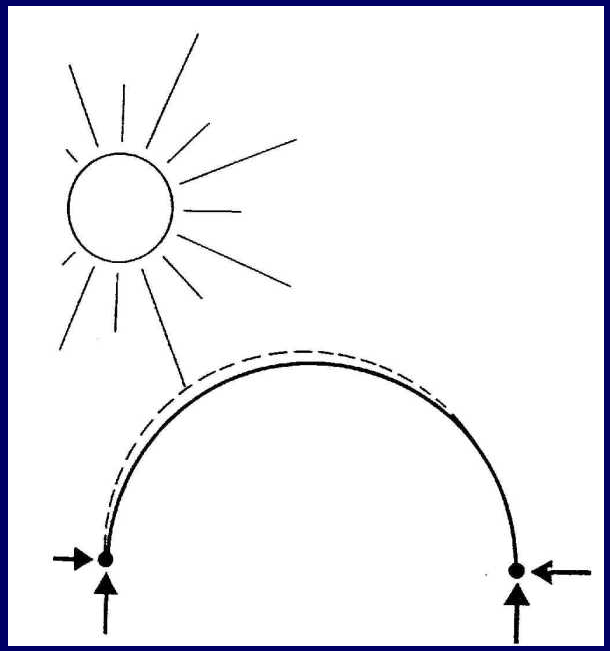
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS-JENIS BEBAN

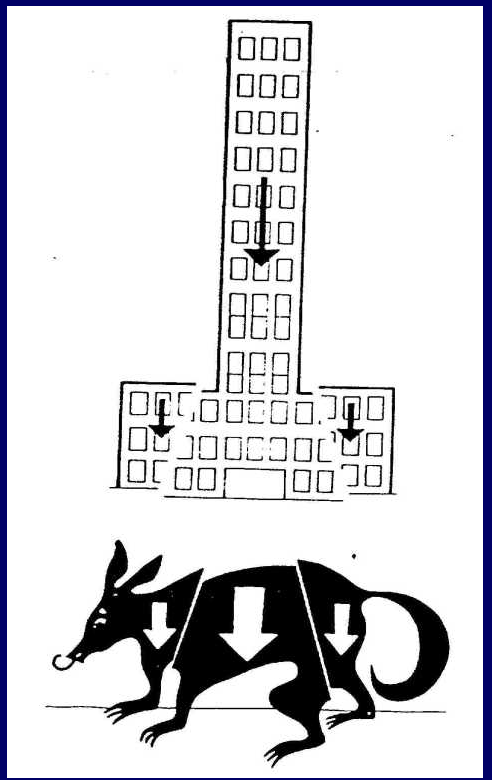
Beban angin:



Beban selisih suhu:

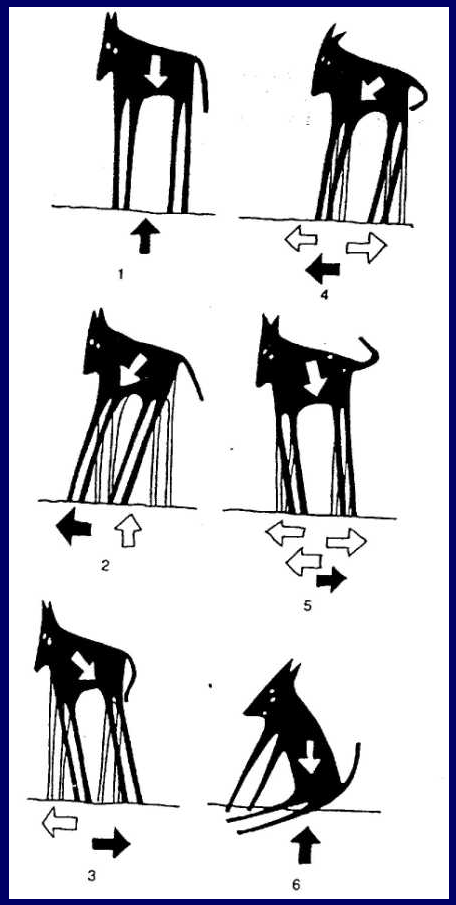


Beban akibat perbedaan penurunan fondasi:

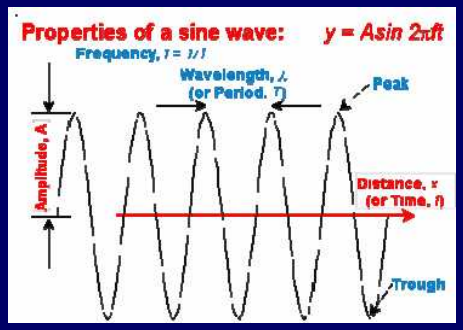


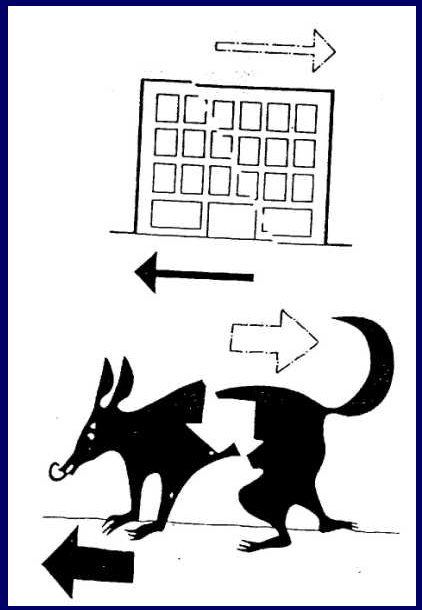
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

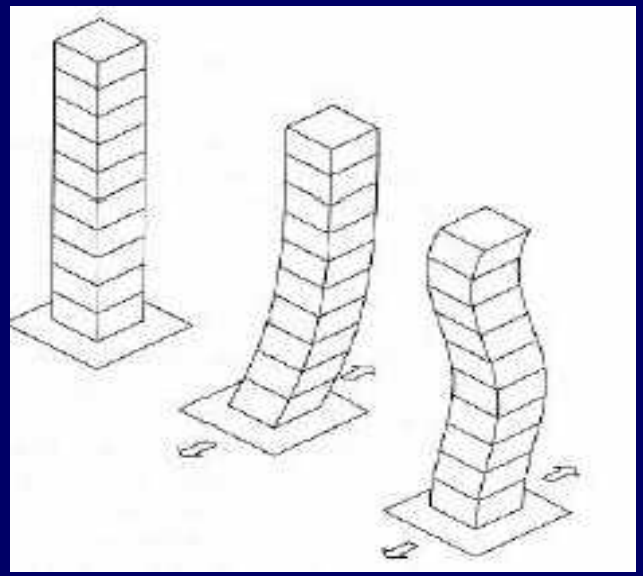
JENIS-JENIS BEBAN



Beban gempa:

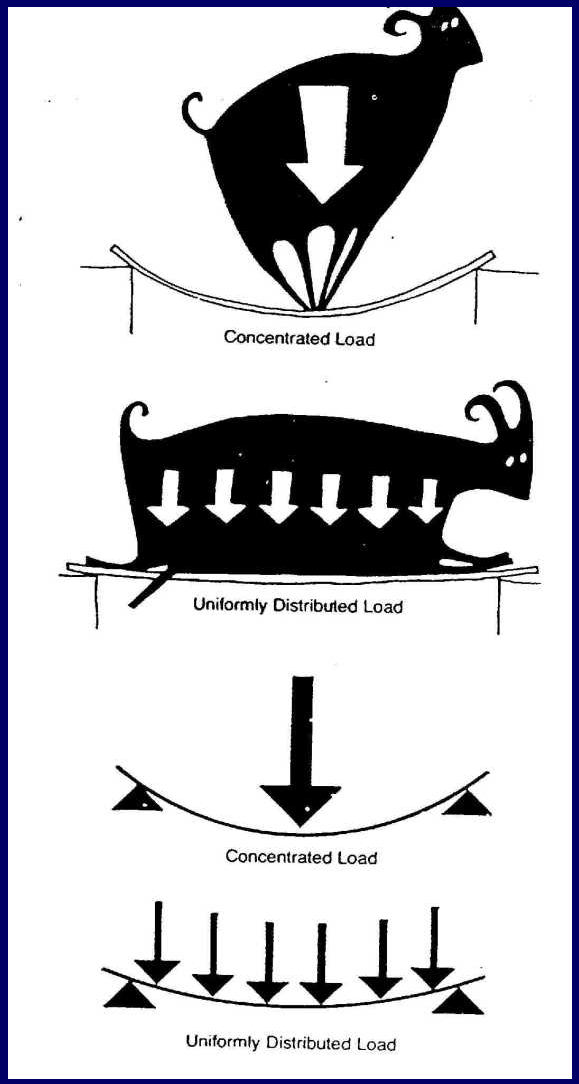






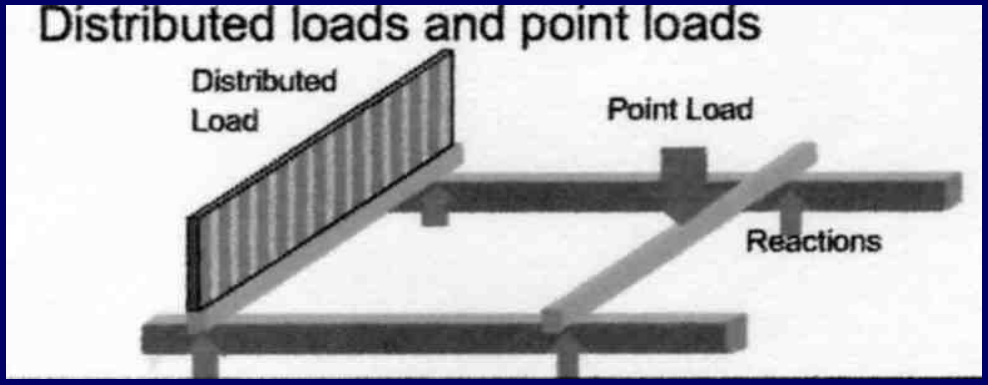
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

DISTRIBUSI BEBAN



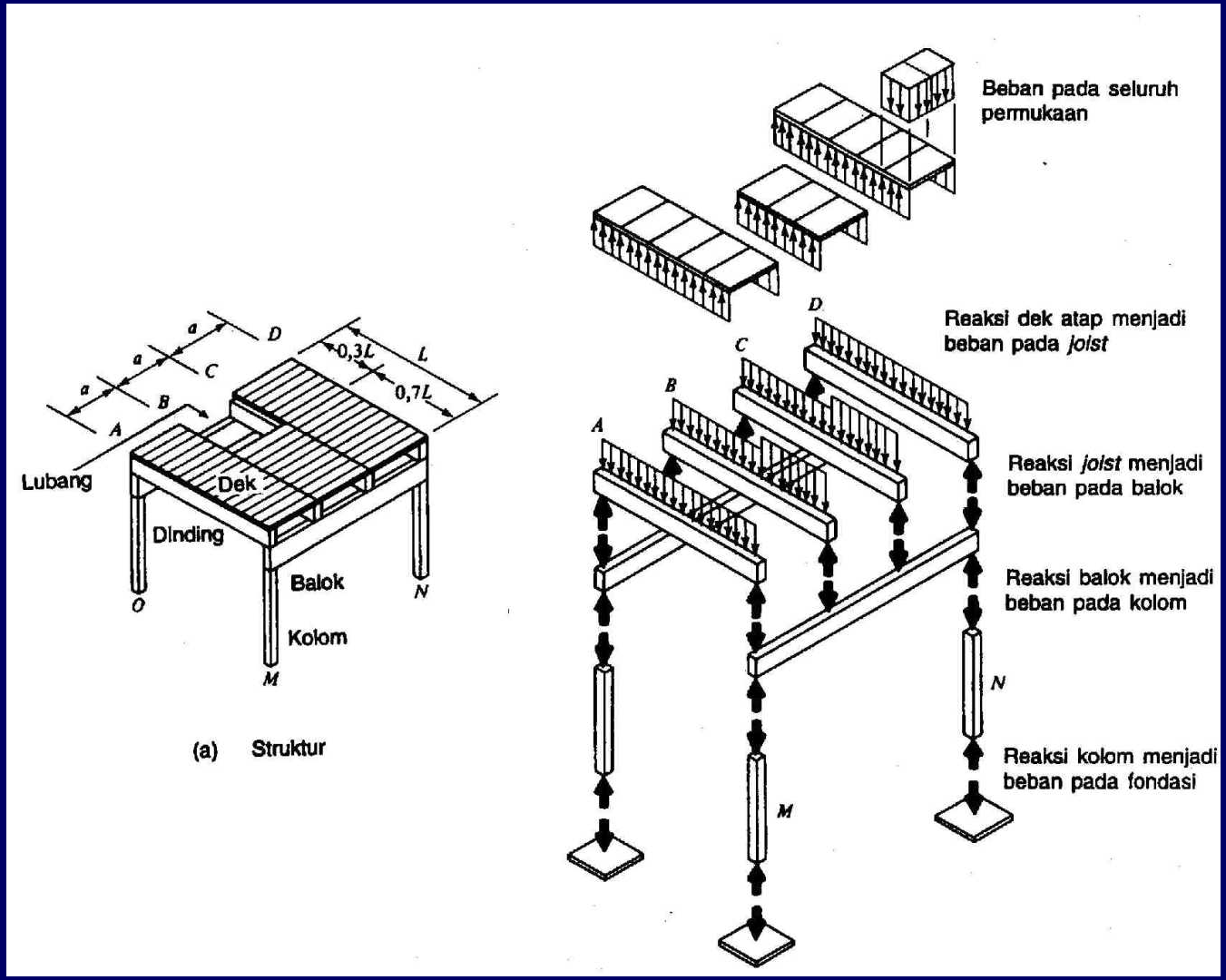
Beban terpusat

Beban merata



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

PENYALURAN BEBAN (LOAD PATH)



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

DASAR-DASAR ANALISIS STRUKTUR

ANGGAPAN2:

1. Bahan elastis (memenuhi Hukum Hook) → E, G, ν konstan.
2. Deformasi yang terjadi kecil → Persamaan keseimbangan dapat disu-sun pada bentuk struktur yg tidak berubah bentuk.

Oleh karenannya → berlaku prinsip SUPERPOSISI.

KRITERIA DASAR ANALISIS STRUKTUR:

1. Bahan struktur memenuhi hukum2 bahan → linier elastik (Hk Hook)
2. Prinsip2 keseimbangan statik terpenuhi:
   Untuk kasus bidang 2 dimensi (2D) → $\Sigma F_h = 0 \quad \Sigma F_v = 0 \quad \Sigma M = 0$
3. Prinsip kompatibilitas (hubungan perpindahan dan regangan) terpenuhi

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

STRUKTUR STATIS TERTENTU

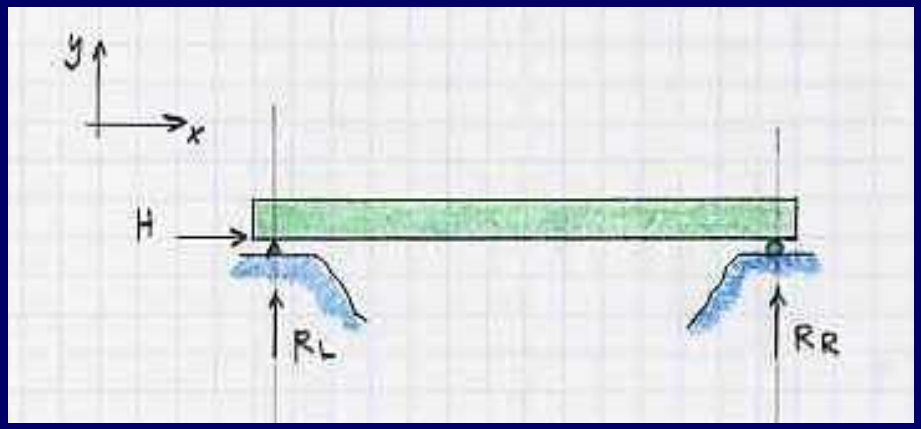
Suatu struktur disebut sebagai struktur statis tertentu, jika gaya2 eksternal dan internal akibat beban2 yg bekerja dapat dihitung seluruhnya dengan persamaan keseimbangan berikut ini:

Untuk kasus bidang 2 dimensi (2D):

$\Sigma F_h = 0$ jumlah gaya2 horisontal pada seluruh sistem adalah nol

$\Sigma F_v = 0$ jumlah gaya2 vertikal pada seluruh sistem adalah nol

$\Sigma M = 0$ jumlah momen pada setiap titik di dalam struktur adalah nol.



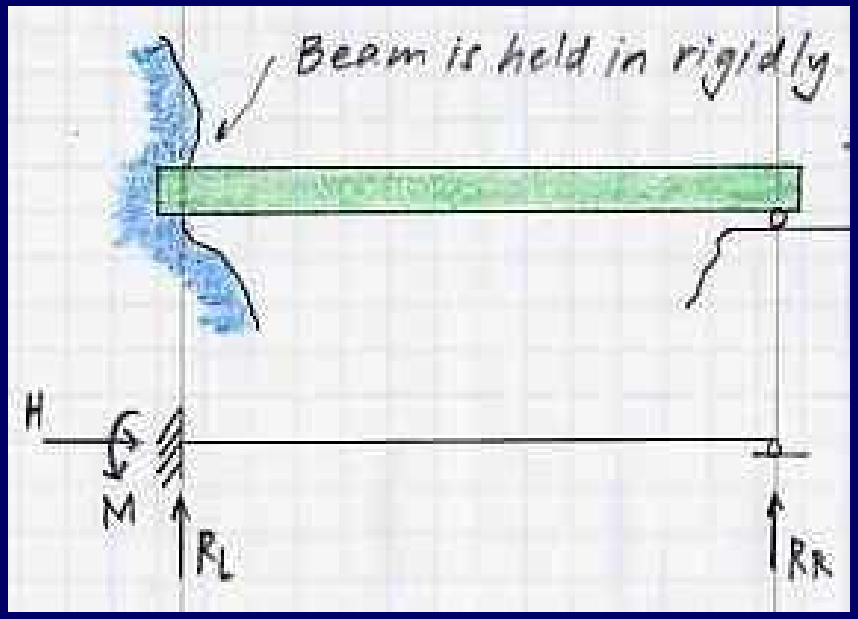
Pada struktur ini:

Reaksi tumpuan (H, R_L dan R_R) maupun gaya2 internal (N, V, M) dapat dihitung dg menggunakan tiga persamaan keseimbangan tsb.

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

STRUKTUR STATIS TAK TERTENTU

Suatu struktur disebut sebagai struktur statis tak tertentu, jika struktur tsb stabil dan gaya2 eksternal serta internal akibat beban2 yg bekerja *tidak dapat* dihitung seluruhnya hanya dengan tiga persamaan keseim-bangan tsb di muka (kasus 2D).



Pada struktur ini:

Terdapat 4 Reaksi tumpuan (H, M, R_L dan R_R) .

Empat variabel tsb tidak dapat dihitung seluruhnya, karena hanya tersedia 3 persamaan.

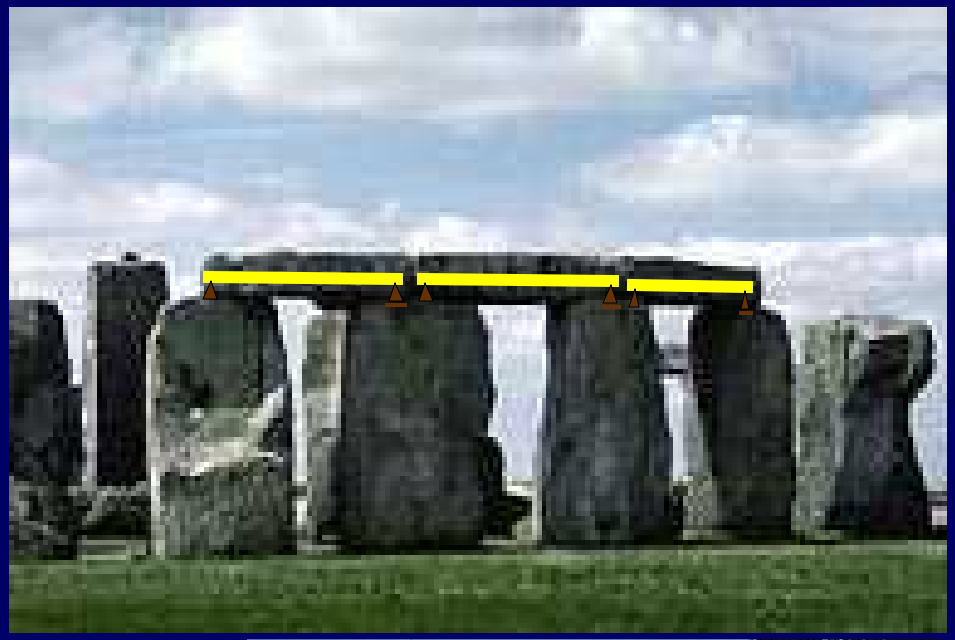
REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Simple beam

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU



Simple beam

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Balok Kantilever

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Balok Kantilever

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

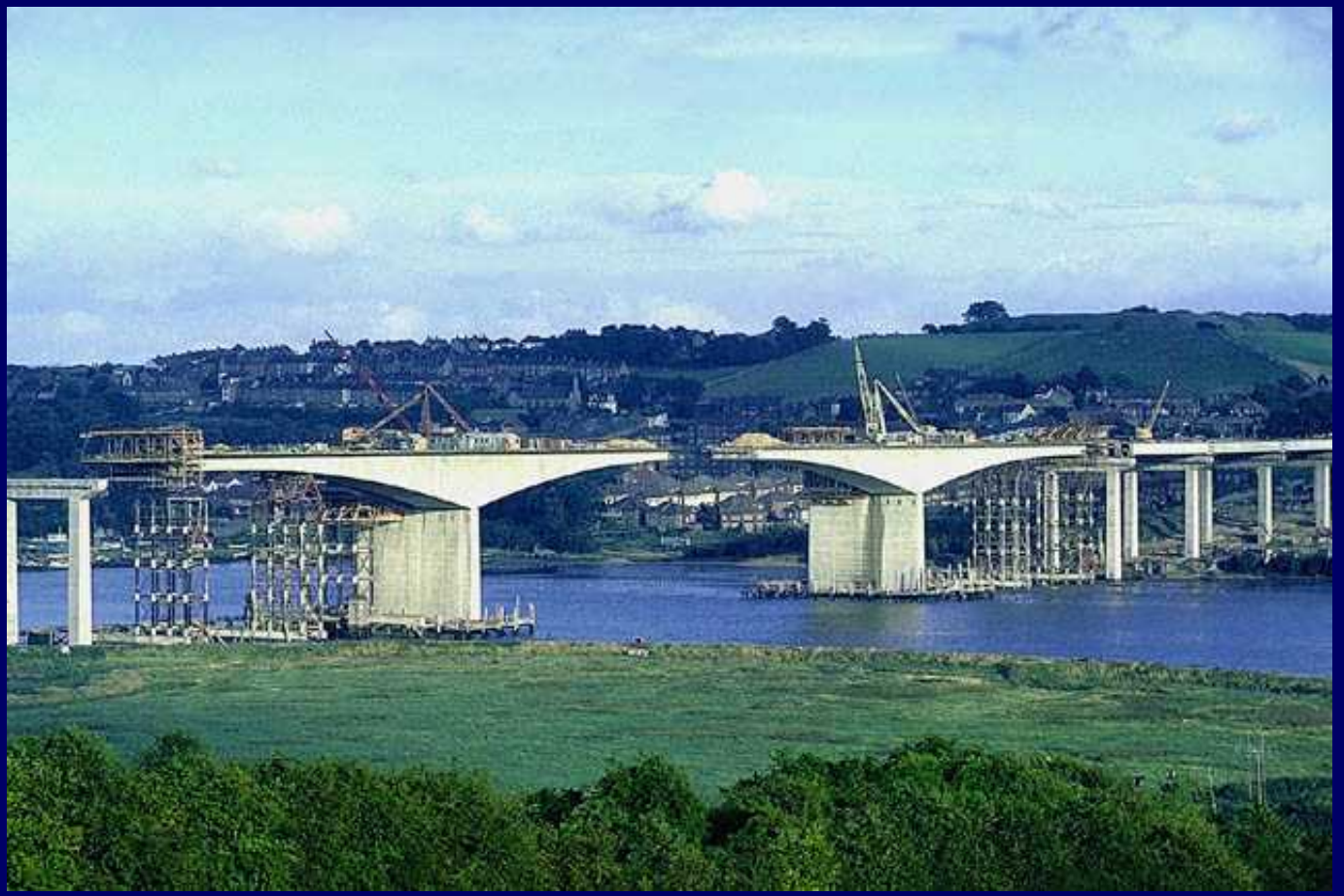
CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Balok Kantilever

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Balok Kantilever



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Balok Gerber

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Portal 3 Sendi

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Portal 3 Sendi

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

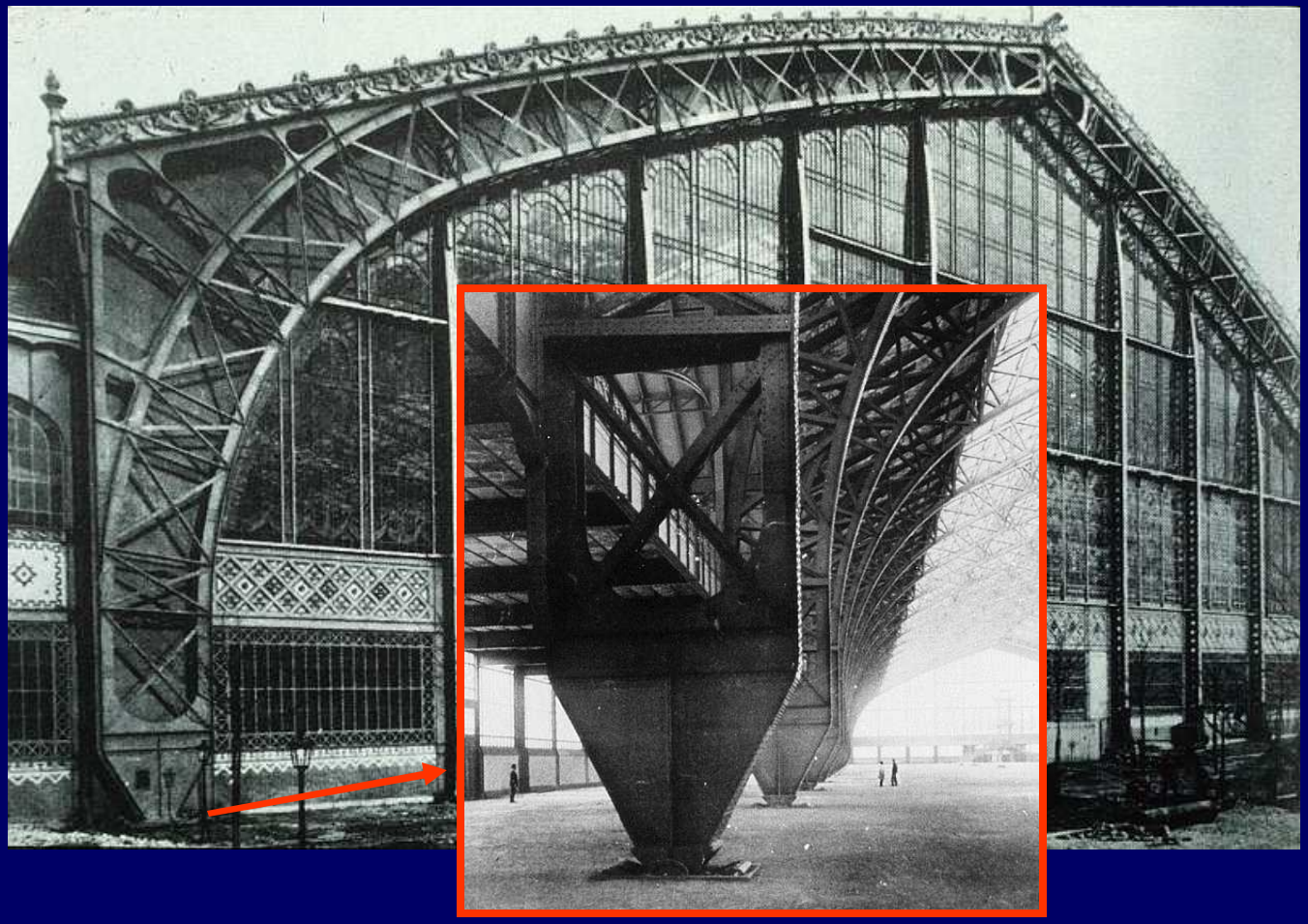
CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Pelengkung 3 Sendi

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Pelengkung 3 Sendi



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 KERUSAKAN STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 KERUSAKAN STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

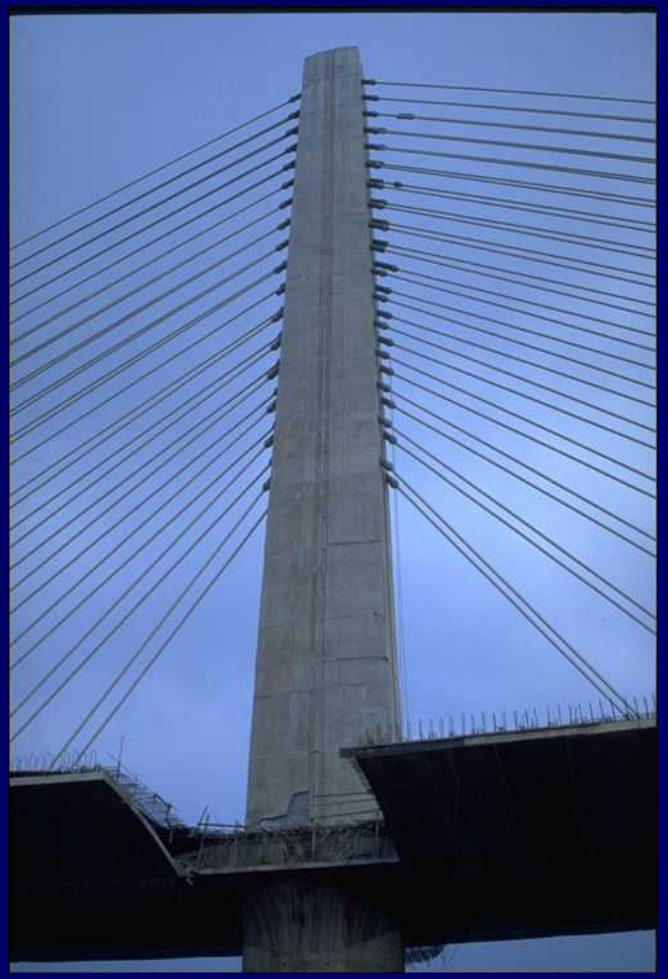
CONTOH2 KERUSAKAN STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 KERUSAKAN STRUKTUR

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 KERUSAKAN STRUKTUR



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 KERUSAKAN STRUKTUR

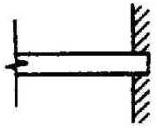
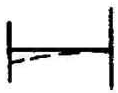
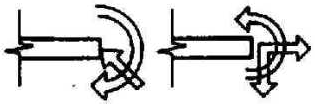
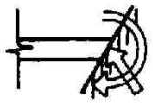
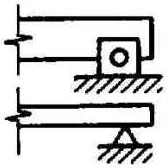
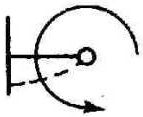
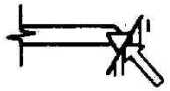
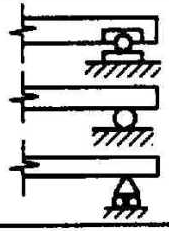
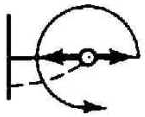
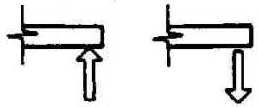
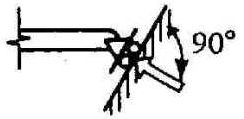
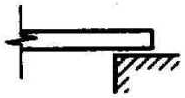
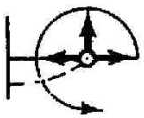
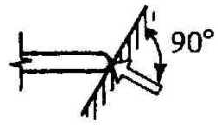
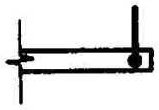
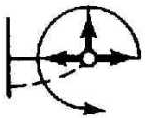
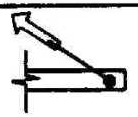
ANALISIS STRUKTUR I

Semester Pendek 2005

Kuliah Ke	Tanggal	Materi
II	09 Juli 2005	Review Teori: Portal & Pelengkung
VII	27 Juli 2005	Pembahasan Soal
VIII	30 Juli 2005	Review Teori: Kantilever 3 D, Tinjauan Matematis
IX	03 Agt. 2005	Pembahasan Soal
X	06 Agt. 2005	Quiz
UAS	13 Agt. 2005	Ujian Akhir Semester

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

JENIS2 DAN SIFAT2 TUMPUAN

Jenis tumpuan	Simbol	Jenis rotasi dan translasi yang dapat terjadi pada tumpuan	Jenis gaya yang dapat timbul pada tumpuan	Jenis gaya yang dapat timbul apabila tumpuannya miring
Tumpuan jepit				
Tumpuan sendi				
Tumpuan rol				
Tumpuan sederhana				
Tumpuan kabel				

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

DASAR-DASAR ANALISIS STRUKTUR

ANGGAPAN2:

1. Bahan elastis (memenuhi Hukum Hook) → E, G, ν konstan.
2. Deformasi yang terjadi kecil → Persamaan keseimbangan dapat disu-sun pada bentuk struktur yg tidak berubah bentuk.

Oleh karenannya → berlaku prinsip SUPERPOSISI.

KRITERIA DASAR ANALISIS STRUKTUR:

1. Bahan struktur memenuhi hukum2 bahan → linier elastik (Hk Hook)
2. Prinsip2 keseimbangan statik terpenuhi:
   Untuk kasus bidang 2 dimensi (2D) → $\Sigma F_h = 0 \quad \Sigma F_v = 0 \quad \Sigma M = 0$
3. Prinsip kompatibilitas (hubungan perpindahan dan regangan) terpenuhi

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

STRUKTUR STATIS TERTENTU

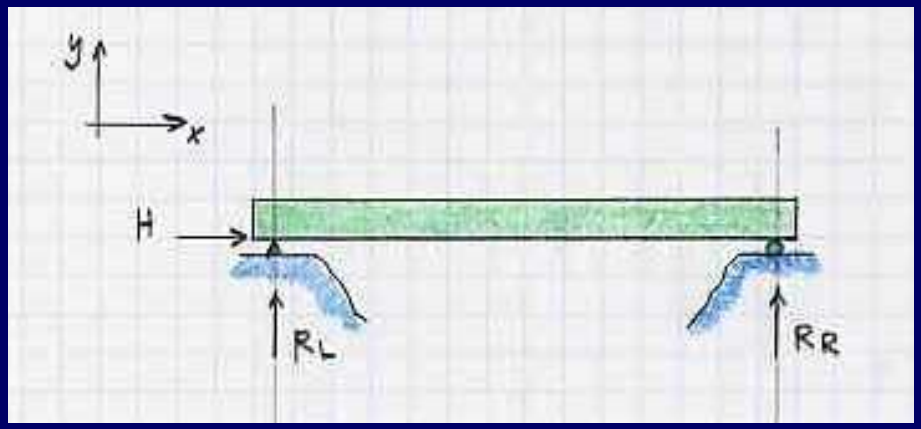
Suatu struktur disebut sebagai struktur statis tertentu, jika gaya2 eksternal dan internal akibat beban2 yg bekerja dapat dihitung seluruhnya dengan persamaan keseimbangan berikut ini:

Untuk kasus bidang 2 dimensi (2D):

$\Sigma F_h = 0$ jumlah gaya2 horisontal pada seluruh sistem adalah nol

$\Sigma F_v = 0$ jumlah gaya2 vertikal pada seluruh sistem adalah nol

$\Sigma M = 0$ jumlah momen pada setiap titik di dalam struktur adalah nol.



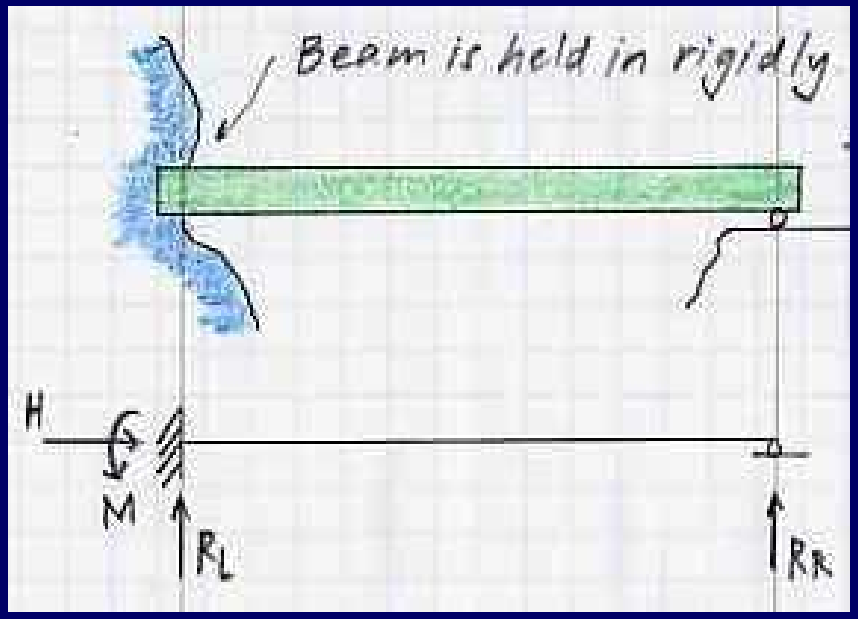
Pada struktur ini:

Reaksi tumpuan (H, R_L dan R_R) maupun gaya2 internal (N, V, M) dapat dihitung dg menggunakan tiga persamaan keseimbangan tsb.

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

STRUKTUR STATIS TAK TERTENTU

Suatu struktur disebut sebagai struktur statis tak tertentu, jika struktur tsb stabil dan gaya2 eksternal serta internal akibat beban2 yg bekerja *tidak dapat* dihitung seluruhnya hanya dengan tiga persamaan keseim-bangan tsb di muka (kasus 2D).



Pada struktur ini:

Terdapat 4 Reaksi tumpuan (H, M, R_L dan R_R) .

Empat variabel tsb tidak dapat dihitung seluruhnya, karena hanya tersedia 3 persamaan.

STRUKTUR STATIS TERTENTU: PORTAL DAN PELENGKUNG

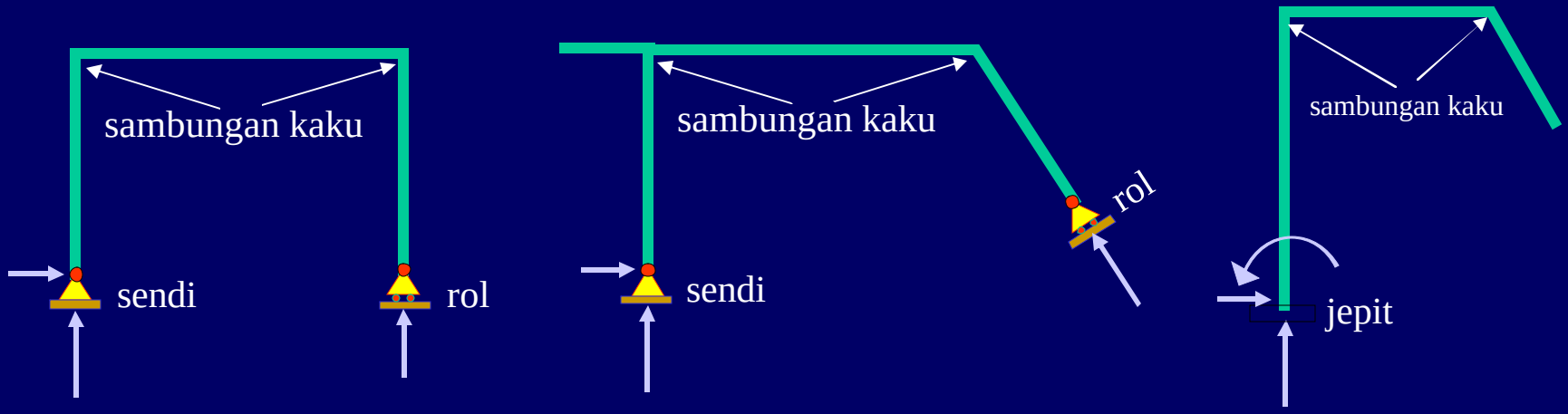
Berbagai bentuk Portal (Frame) dan Pelengkung (Arch)

1. Portal Sederhana:

Tumpuan : sendi – roll atau jepit

Elemen2 : batang-batang horisontal, vertikal, miring

Batang2 tsb tersambung secara kaku (sambungan dapat menahan momen).



Reaksi tumpuan → 2 pada tumpuan Sendi dan 1 pada tumpuan Rol

→ Dapat dicari dengan 3 persamaan yang tersedia ($\Sigma F_H = 0$, $\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M = 0$)

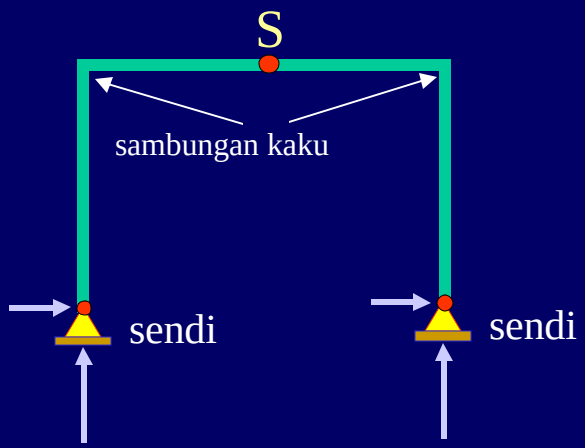
Berbagai bentuk Portal (Frame) dan Pelengkung (Arch)

2. Portal 3 Sendi:

Tumpuan : sendi – sendi

Elemen2 : batang-batang horisontal, vertikal, miring

Batang2 tsb tersambung secara kaku (sambungan dapat menahan momen). Terdapat satu sambungan sendi S (disini berlaku $M_S = 0$) pada/diantara batang2 tersebut.



Reaksi tumpuan → 2 pada msg2 tumpuan

Sendi → total: 4 reaksi tumpuan !

Hanya tersedia 3 persamaan ($\Sigma F_H = 0$, $\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M = 0$).

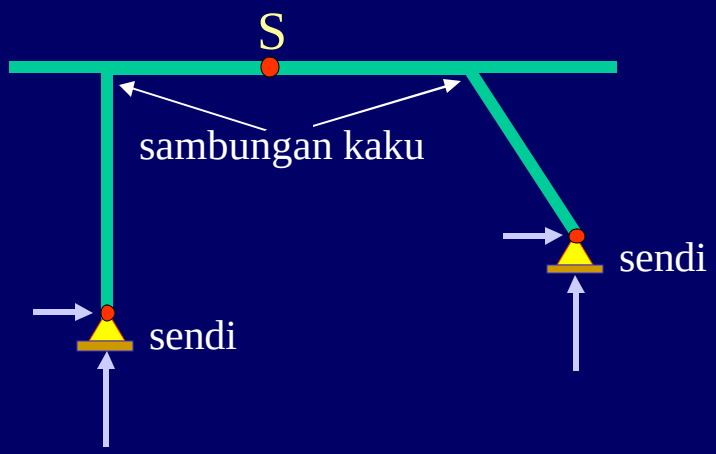
→ Struktur statis tak tentu!

Agar menjadi struktur statis tertentu, ditambah-kan sambungan sendi S pada salah satu batangnya.

Berbagai bentuk Portal (Frame) dan Pelengkung (Arch)

Sekarang terdapat 4 persamaan:
$\Sigma F_H = 0$, $\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M = 0$ dan $\Sigma M_S = 0$
untuk menghitung 4 reaksi tumpuan tersebut ! → Struktur Statis Tertentu!

Sambungan sendi S dapat menahan gaya aksial dan gaya geser, tetapi tidak dapat menahan momen.
Letak sambungan sendi S dipilih pada tempat yang paling menguntungkan, misalnya pada titik dengan gaya aksial dan gaya geser kecil atau nol.

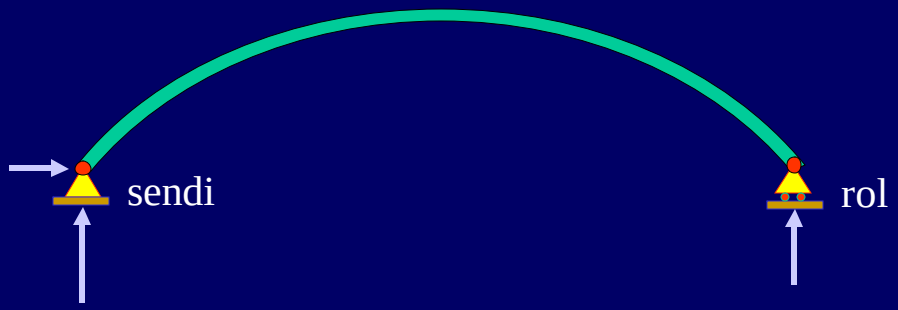


Berbagai bentuk Portal (Frame) dan Pelengkung (Arch)

3. Pelengkung Sederhana:

Tumpuan : sendi – roll

Elemen2 : batang melengkung (arch)

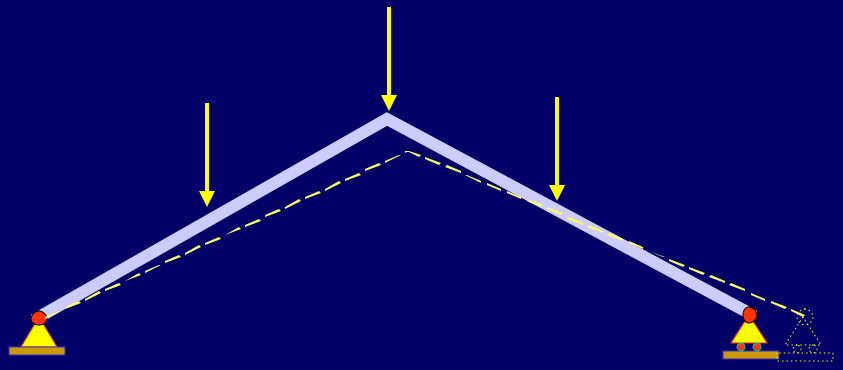


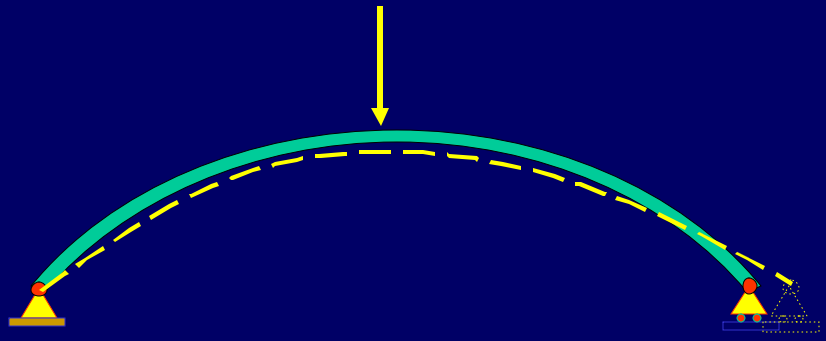
Reaksi tumpuan:
2 pada tumpuan Sendi dan
1 pada tumpuan Rol
→ Dapat dicari dengan 3 persamaan yang tersedia
($\Sigma F_H = 0$, $\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M = 0$)

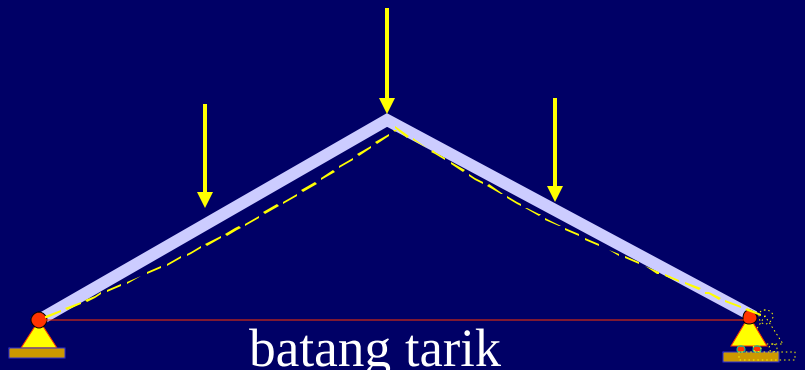
Deformasi struktur akibat beban berat sendiri dan beban luar pada struktur portal dan pelengkung sederhana (sendi roll) pada umumnya cukup besar. Untuk mencegah hal ini maka diantara tumpuan sendi dan rol dipasang batang tarik (*tie rod*), seperti banyak digunakan pada portal struktur atap gedung → Struktur menjadi sistim statis tak tentu.

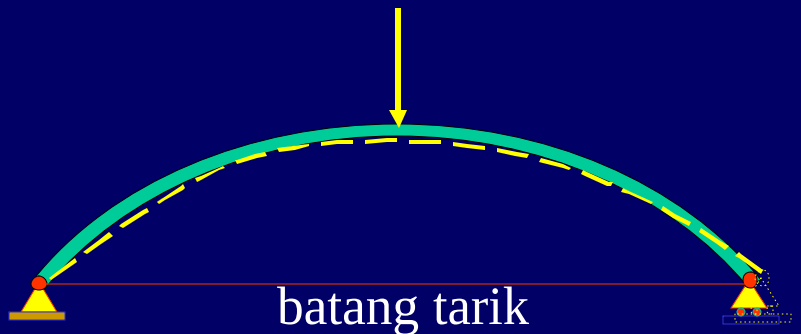
STRUKTUR STATIS TERTENTU: PORTAL DAN PELENGKUNG

Berbagai bentuk Portal (Frame) dan Pelengkung (Arch)









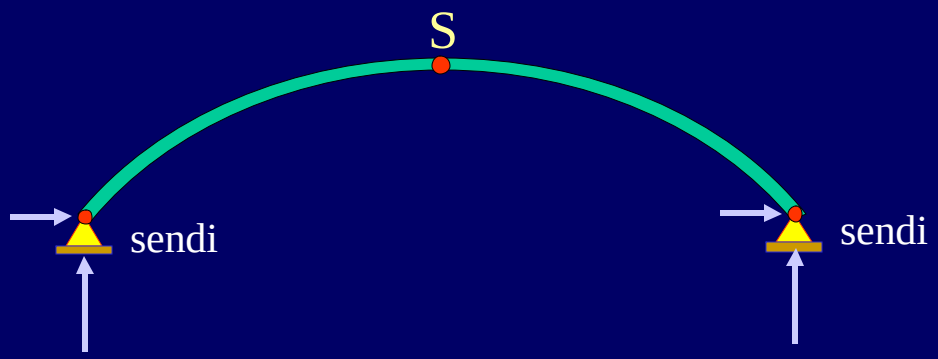
Berbagai bentuk Portal (Frame) dan Pelengkung (Arch)

4. Pelengkung 3 Sendi:

Tumpuan : sendi – sendi

Elemen2 : batang melengkung (arch)

Terdapat satu sambungan sendi S (disini berlaku $M_S = 0$) batang tersebut.



Berbagai bentuk Portal (Frame) dan Pelengkung (Arch)

Reaksi tumpuan:
2 pada msg2 tumpuan Sendi → total: 4 reaksi tumpuan !
Hanya tersedia 3 Persamaan ($\Sigma F_H = 0$, $\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M = 0$).
→ Struktur statis tak tentu!

Agar menjadi struktur statis tertentu, ditambahkan sambungan sendi S pada batang lengkung tersebut, sehingga menjadi dua batang lengkung yang terhubung pada sendi S.

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Portal 3 Sendi

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

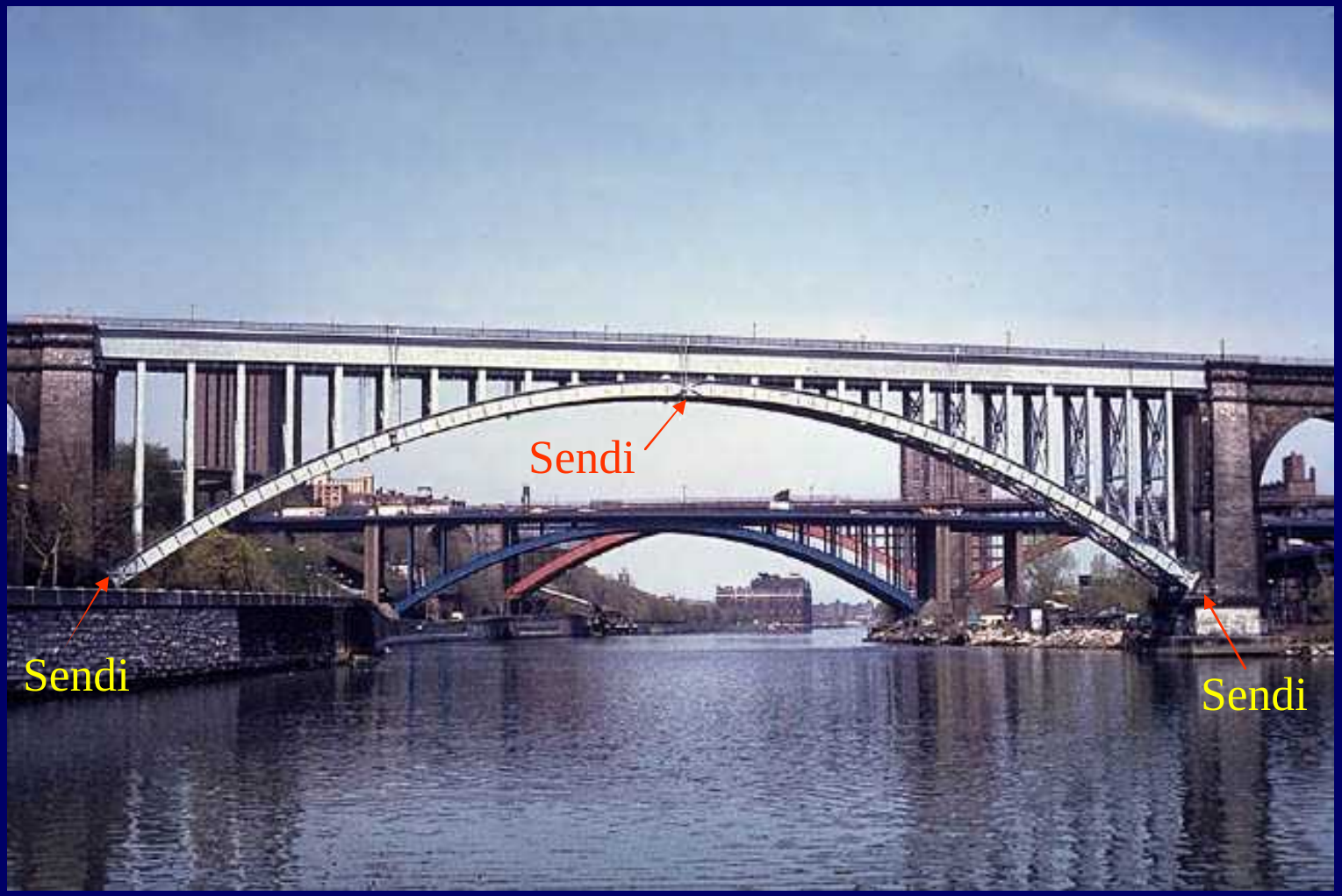
CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Portal 3 Sendi

REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

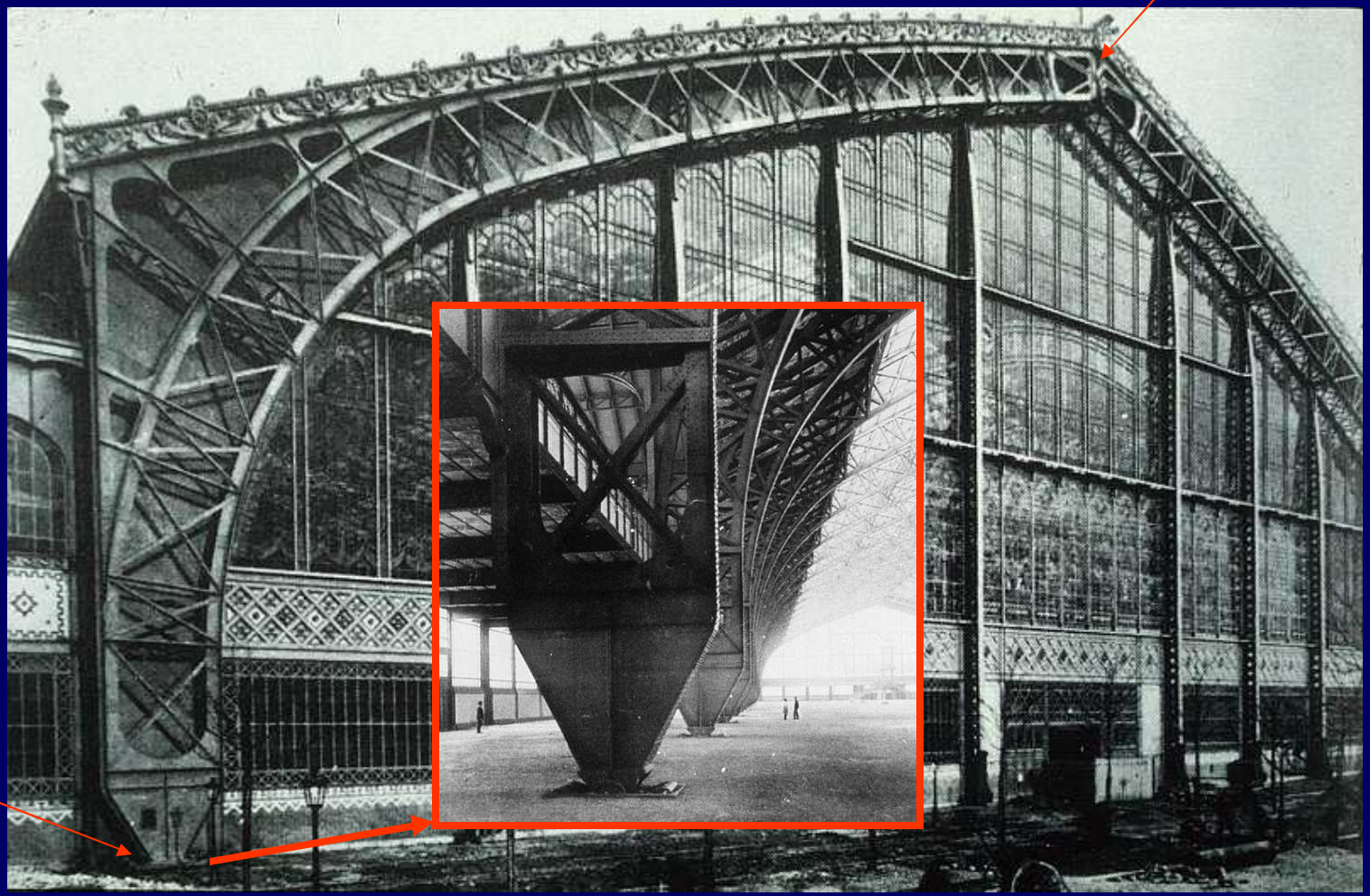
Pelengkung 3 Sendi



REVIEW ANALISIS STRUKTUR I

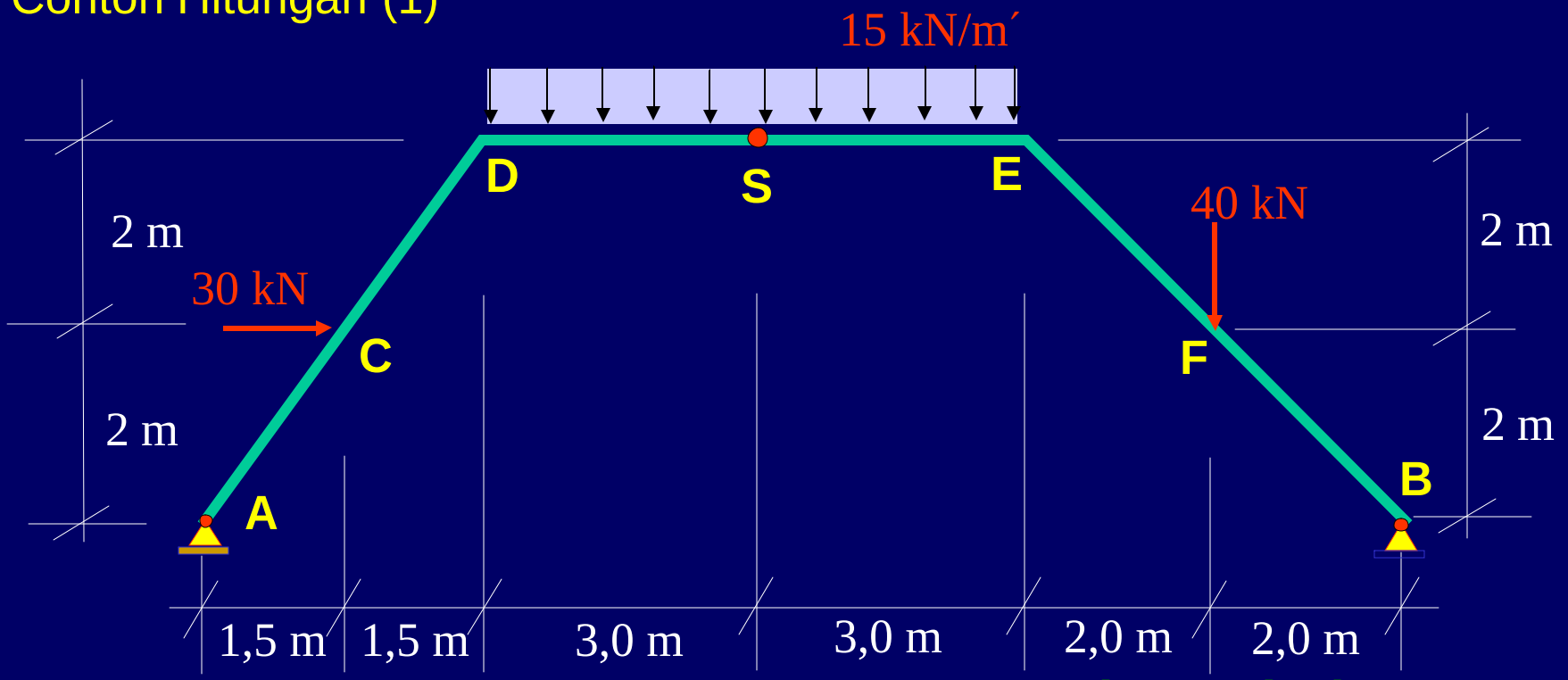
CONTOH2 STRUKTUR STATIS TERTENTU

Pelengkung 3 Sendi



STRUKTUR PORTAL 3 SENDI

Contoh Hitungan (1)



Tumpuan A dan B terletak sama tinggi

Hitung reaksi tumpuan A dan B dan hitung serta gambarkan diagram gaya-gaya dalamnya (NFD, SFD dan BMD).

STRUKTUR PORTAL 3 SENDI

Jumlah reaksi tumpuan: 2 reaksi pada tiap tumpuan → 4 reaksi

Jumlah persamaan: 3 persamaan keseimbangan

1 persamaan tambahan $M_s = 0$

Struktur statis tertentu !

Menghitung reaksi tumpuan:

Anggapan:		
	Arah Reaksi Vertikal Tumpuan A	ke atas
	Arah Reaksi Horisontal Tumpuan A	ke kanan
	Arah Reaksi Vertikal Tumpuan B	ke atas
	Arah Reaksi Horisontal Tumpuan B	ke kiri

STRUKTUR PORTAL 3 SENDI

Reaksi Vertikal Tumpuan A:

Dapat digunakan $\Sigma M_B = 0$

$R_{AV} \cdot 13 + 30.2 - 15.6.(4+6/2) - 40.2 = 0 \quad \rightarrow \quad R_{AV} = 50$ kN (ke atas)

Reaksi Vertikal Tumpuan B:

Digunakan $\Sigma M_A = 0$

$- R_{BV} \cdot 13 + 30.2 + 15.6.(3+6/2) + 40.11 = 0 \quad \rightarrow \quad R_{BV} = 80$ kN (ke atas)

Reaksi Horisontal Tumpuan A:

Digunakan $M_S = 0$ dari bagian sebelah kiri sendi S

$R_{AV} \cdot 6 - R_{AH} \cdot 4 - 30.2 - 15.3.(3/2) = 0 \quad \rightarrow \quad R_{AH} = 43{,}125$ kN (ke kanan)

Reaksi Horisontal Tumpuan B:

Digunakan $M_S = 0$ dari bagian sebelah kanan sendi S

$- R_{BV} \cdot 7 + R_{BH} \cdot 4 + 40.5 + 15.3.(3/2) = 0 \quad \rightarrow \quad R_{BH} = 73{,}125$ kN (ke kiri)

STRUKTUR PORTAL 3 SENDI

Kontrol:

$\Sigma F_V = 0$

$R_{AV} + R_{BV} - 15.6 - 40 = 50 + 80 - 90 - 40 = 0$ → OK !

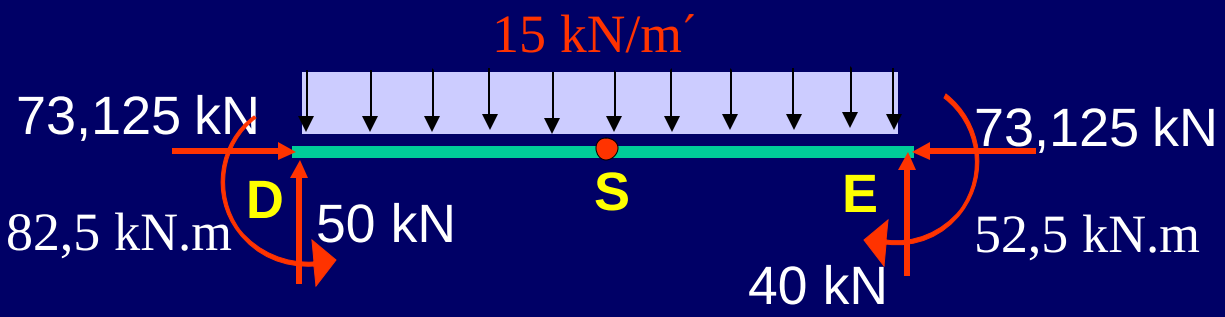
$\Sigma F_H = 0$

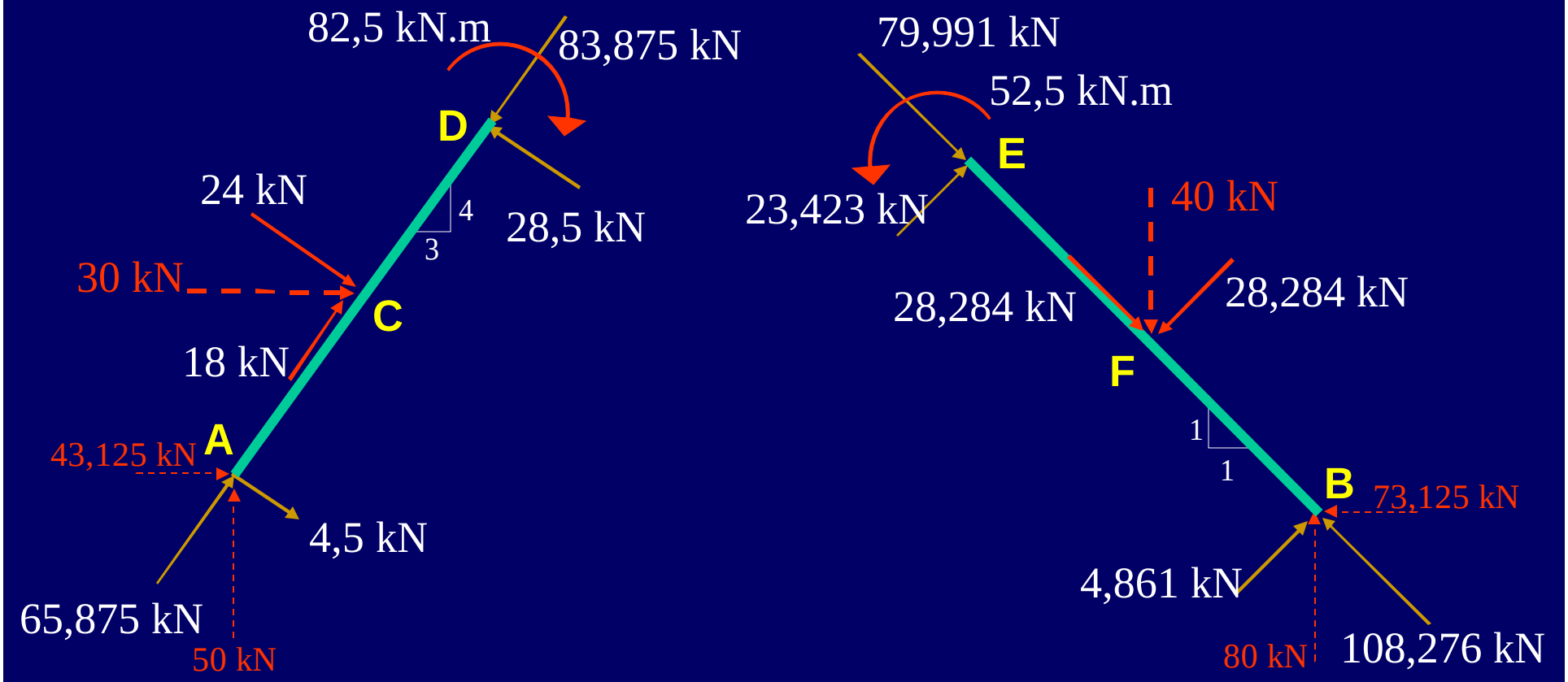
$R_{AH} - R_{BH} + 30 = 43{,}125 - 73{,}125 + 30 = 0$ → OK !

Jadi: Hitungan reaksi tumpuan sudah benar !

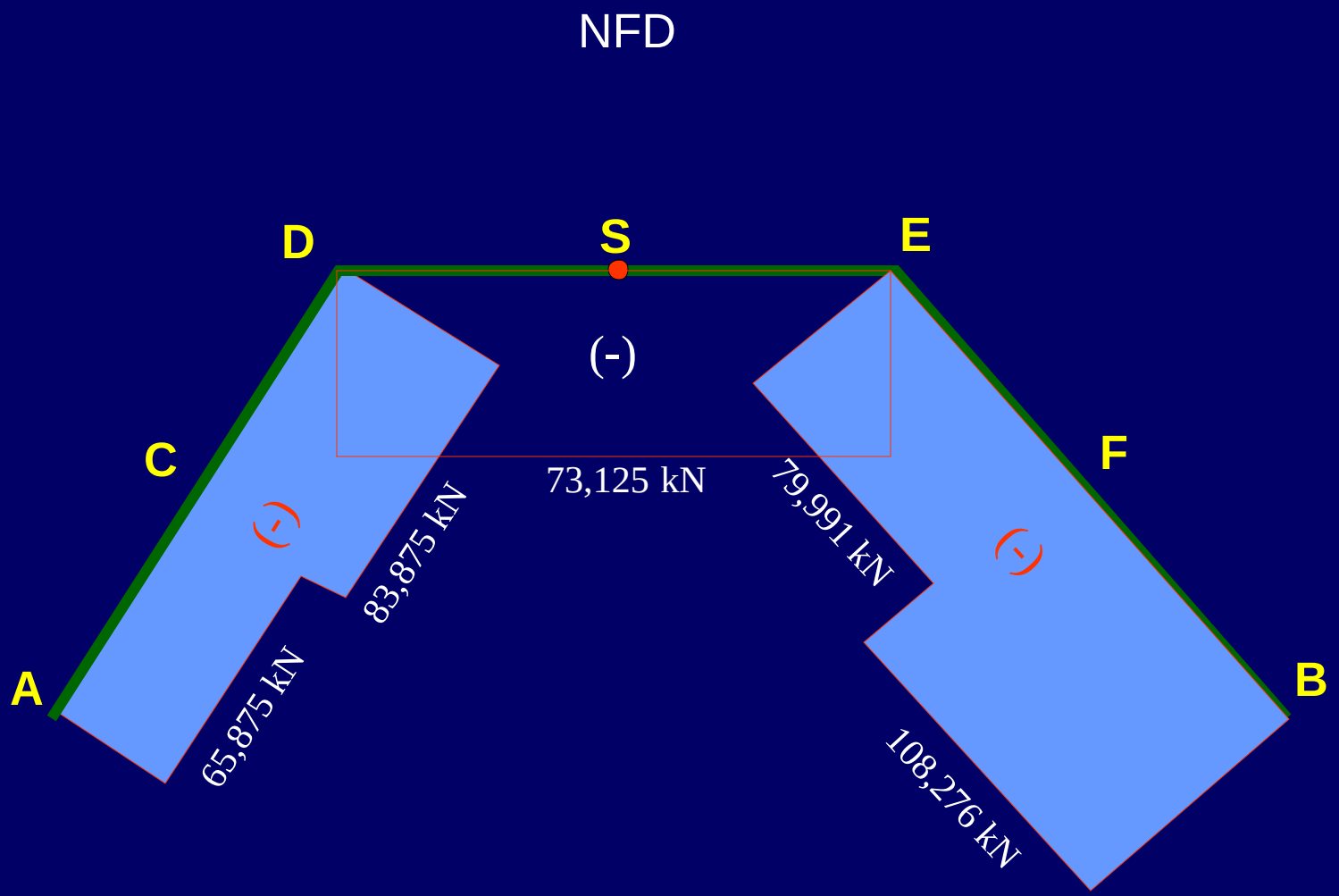
STRUKTUR PORTAL 3 SENDI

Diagram benda babas
(Free Body Diagram):

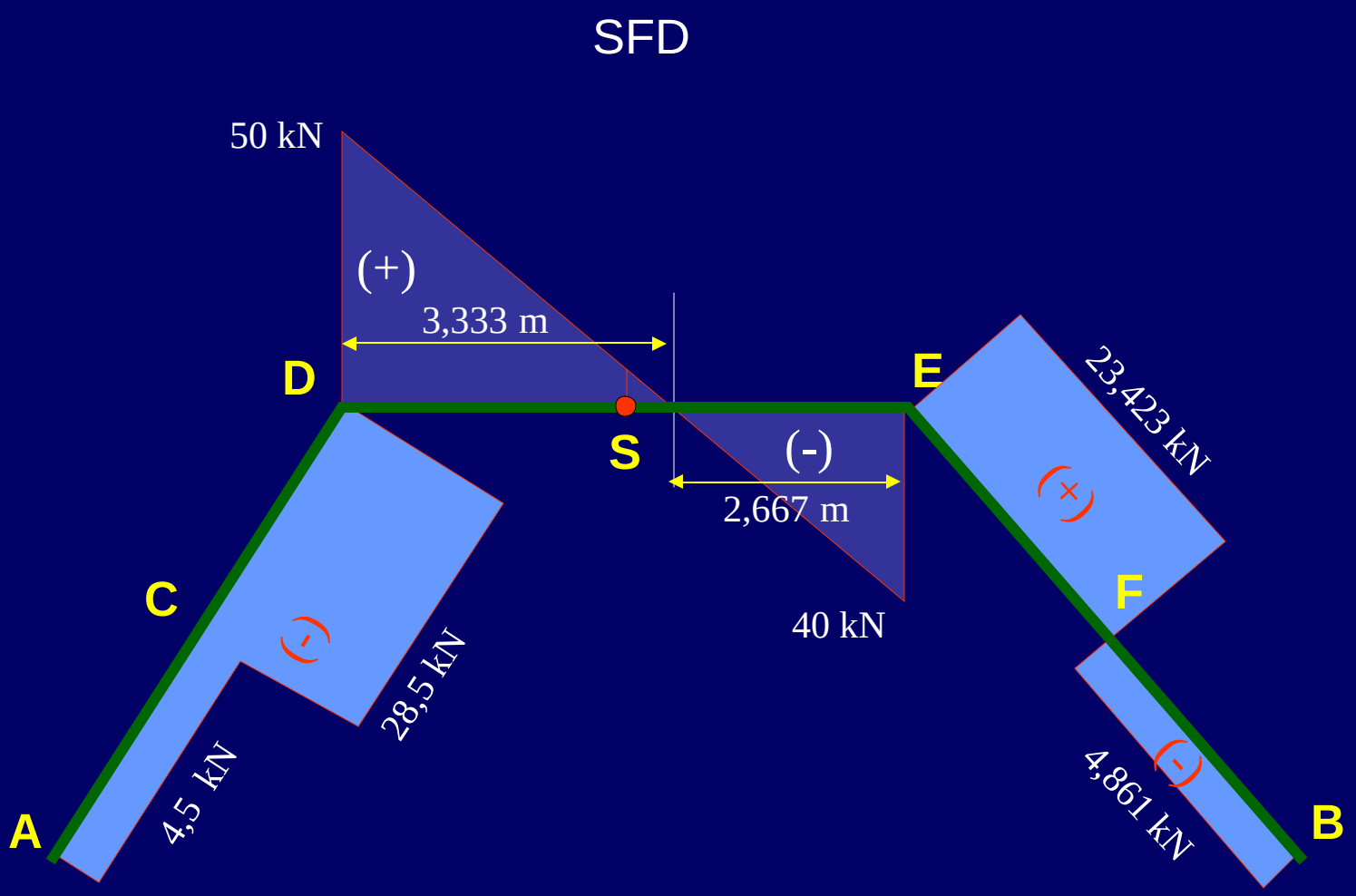




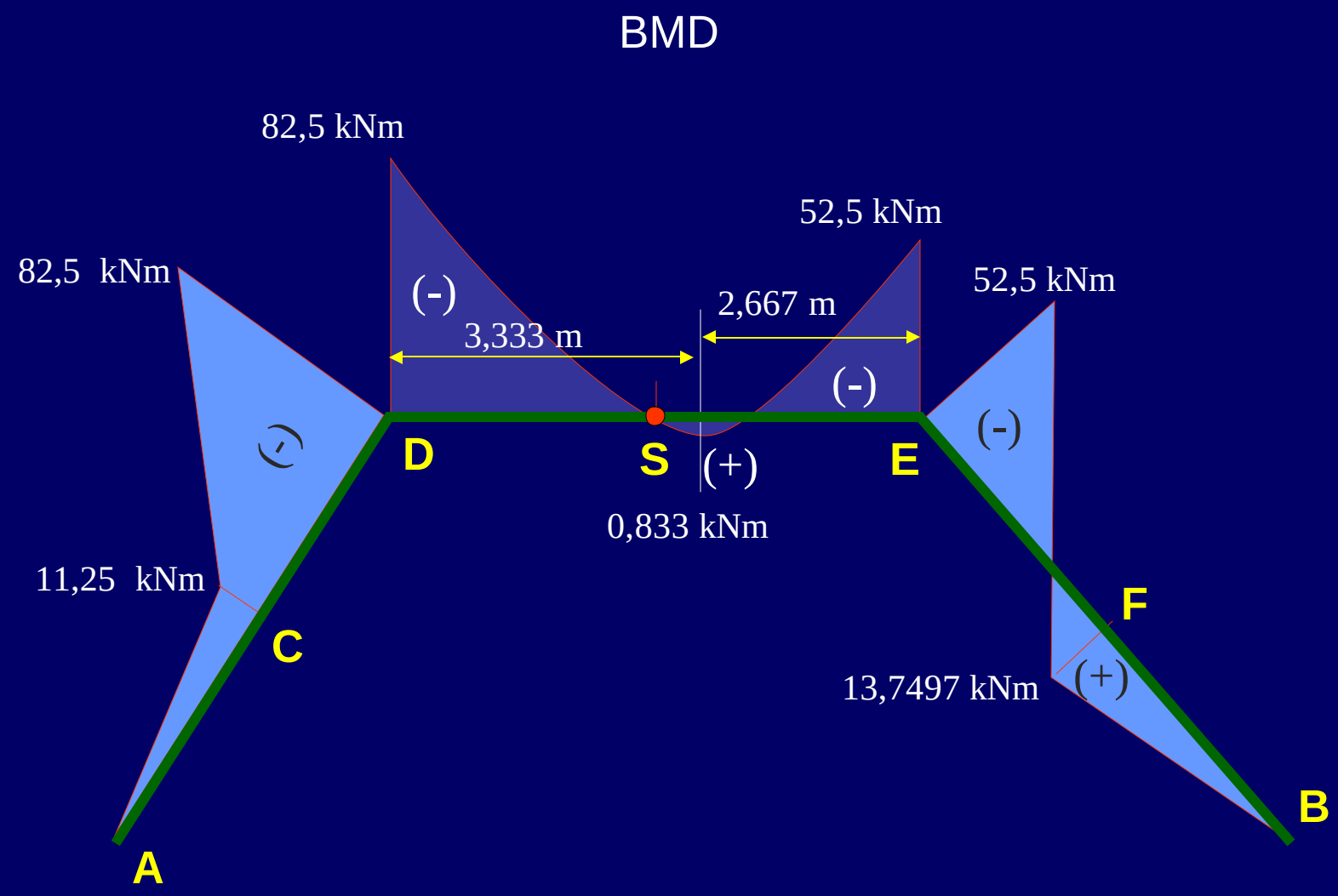
STRUKTUR PORTAL 3 SENDI



STRUKTUR PORTAL 3 SENDI

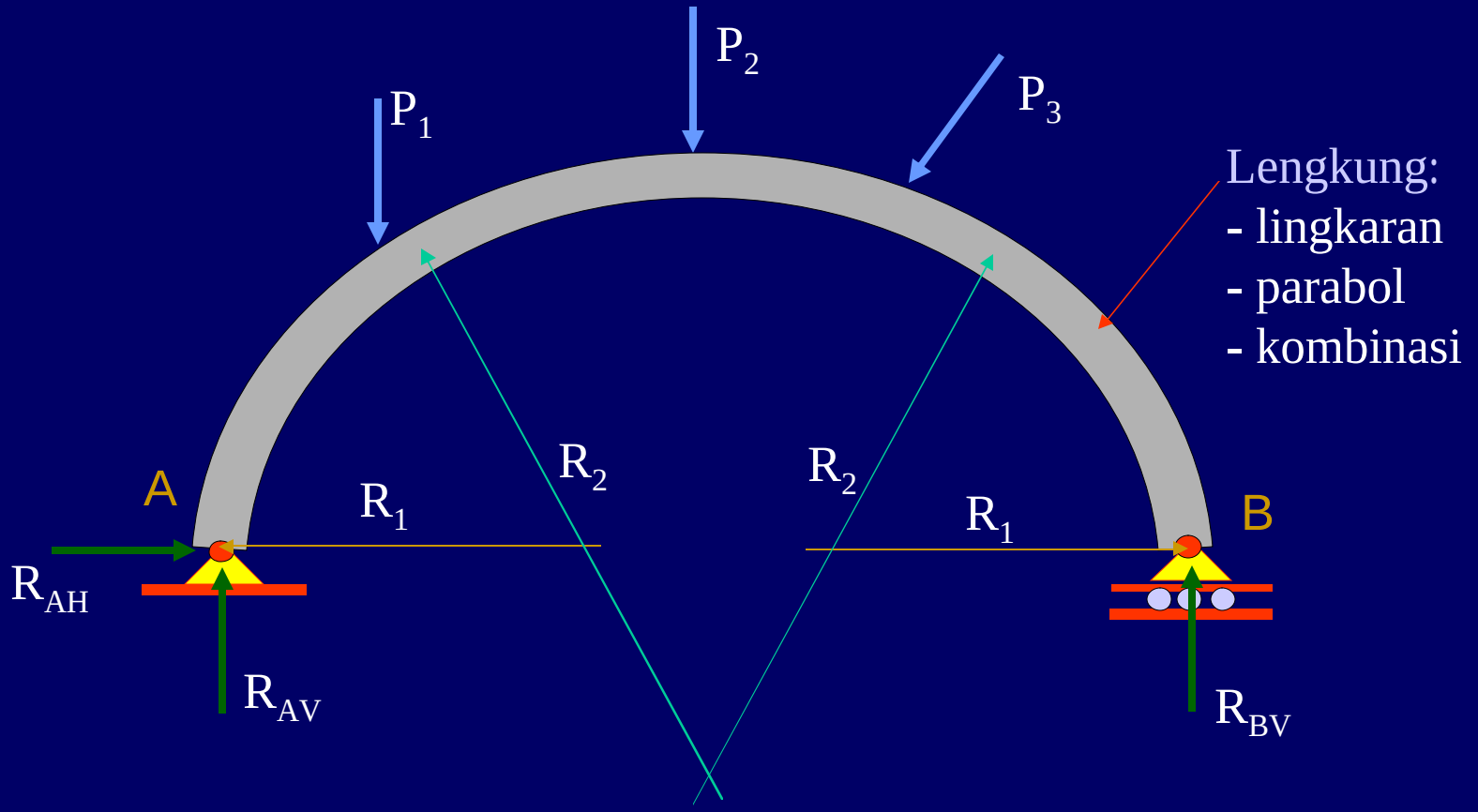


STRUKTUR PORTAL 3 SENDI



STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA

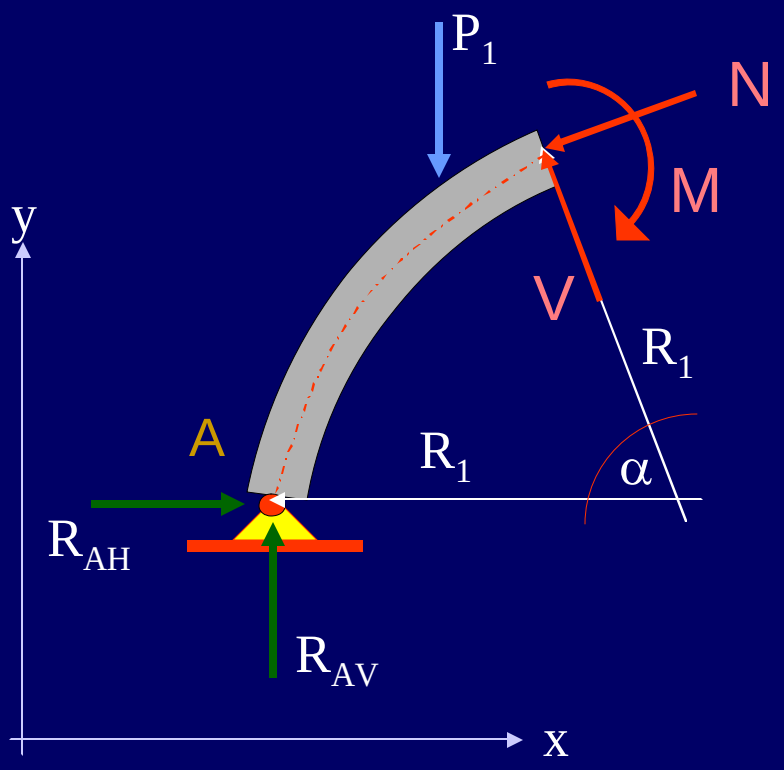
STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA



Tumpuan A → sendi → terdapat 2 reaksi
Tumpuan B → rol → terdapat 1 reaksi
} Total: 3reaksi tumpuan

Terdapat 3 persamaan keseimbangan → jadi: 3 reaksi tumpuan dapat dihitung → struktur statis tertentu.

STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA



Pada potongan yang ditinjau terdapat gaya-gaya dalam: N, V, M

Gaya N dan V diuraikan menjadi komponen masing2:

N → N_x dan N_y

V → V_x dan V_y

Selanjutnya dapat dihitung N, V dan M dengan persamaan keseimbangan:

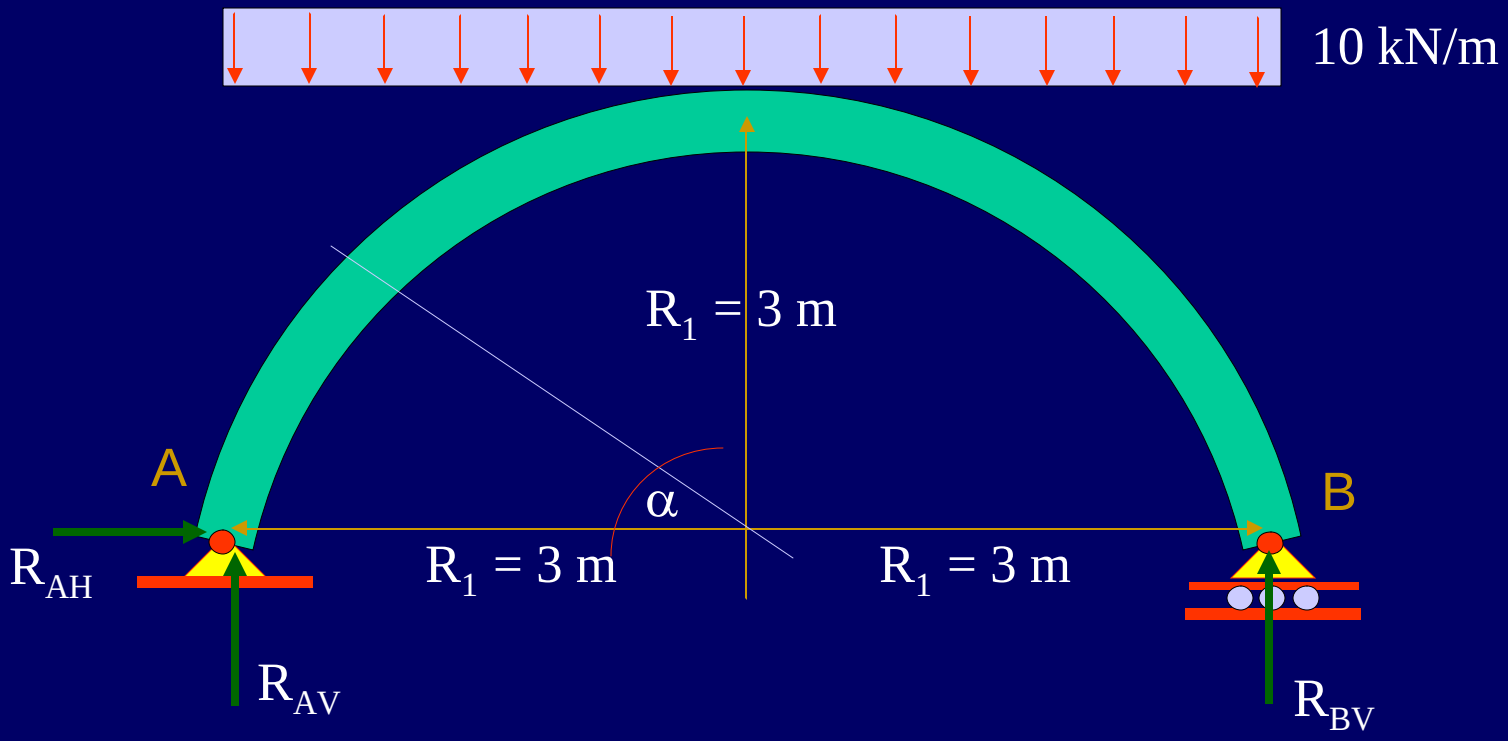
$\Sigma F_x = 0$

$\Sigma F_y = 0$

$\Sigma M = 0$

STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA

Contoh Hitungan

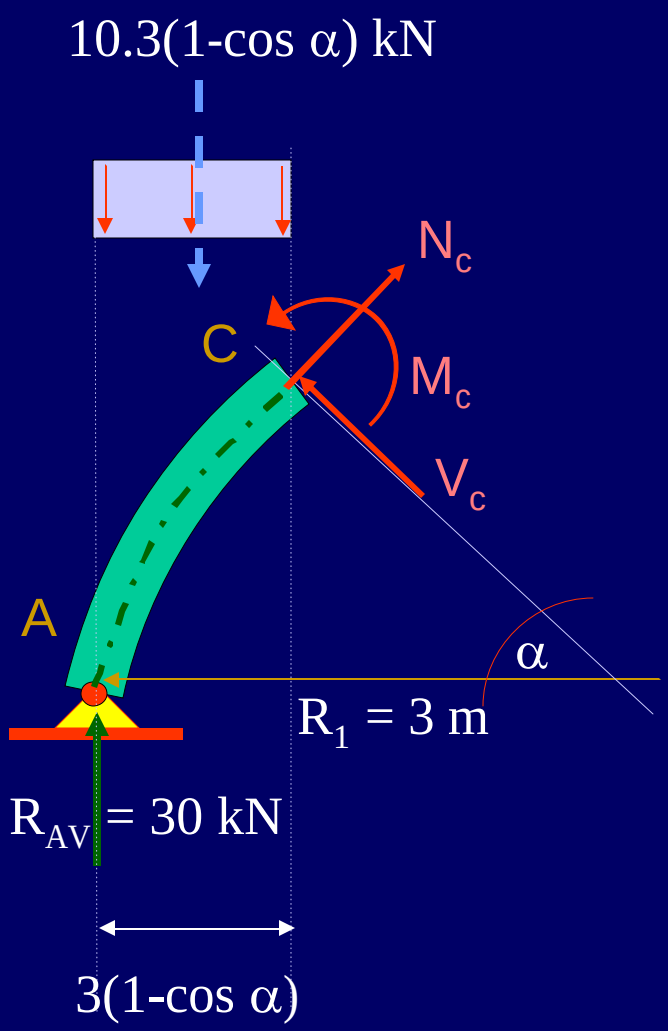


Hitung dan gambarkan diagram gaya-gaya dalamnya:

NFD, SFD dan BMD

STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA

Penyelesaian:



Karena bentuk struktur dan beban simetris dan tidak ada beban horisontal, maka dengan mudah dapat dihitung:

$R_{AH} = 0$ kN $R_{AV} = R_{BV} = 10 \cdot 6 / 2$

$= 30$ kN

Ditinjau sebuah potongan pada ttk. C :

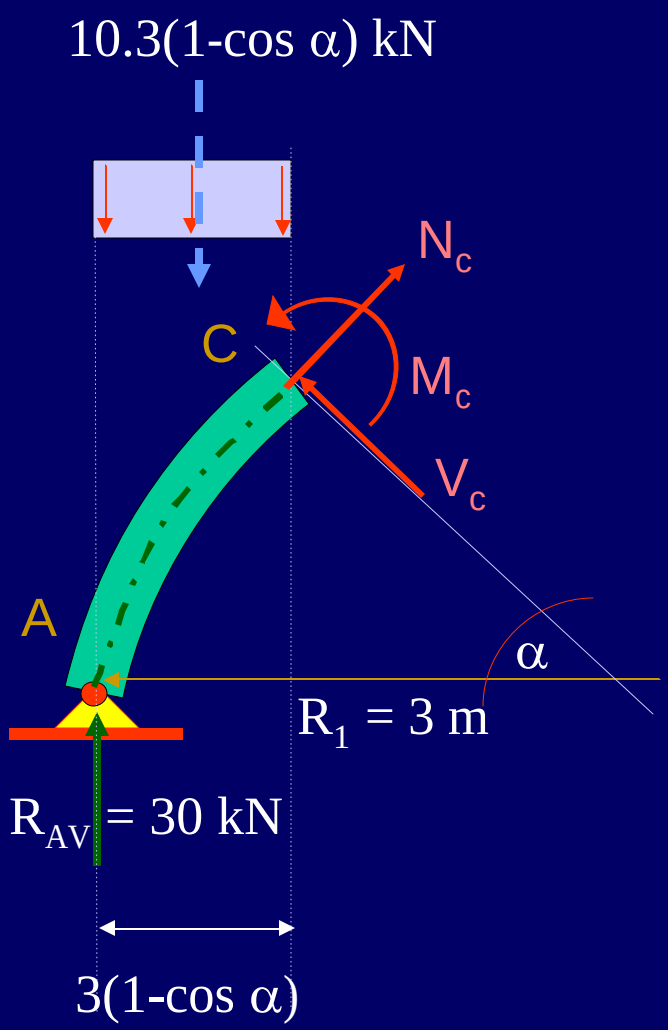
Pada potongan bekerja gaya-gaya dalam N_c, V_c dan M_c dengan arah diasumsikan seperti pada gambar.

Gaya-gaya N_c dan V_c diuraikan menjadi komponennya dalam arah x dan y:

$N_c \rightarrow N_{cx} = N_c \sin \alpha$ dan $N_{cy} = N_c \cos \alpha$

$V_c \rightarrow V_{cx} = V_c \cos \alpha$ dan $V_{cy} = V_c \sin \alpha$

STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA



Dari persamaan keseimbangan dapat dihitung N_c, V_c dan M_c :

$\Sigma F_x = 0$

$N_c \sin \alpha - V_c \cos \alpha = 0$

$\rightarrow V_c = N_c \sin \alpha / \cos \alpha$

$\Sigma F_y = 0$

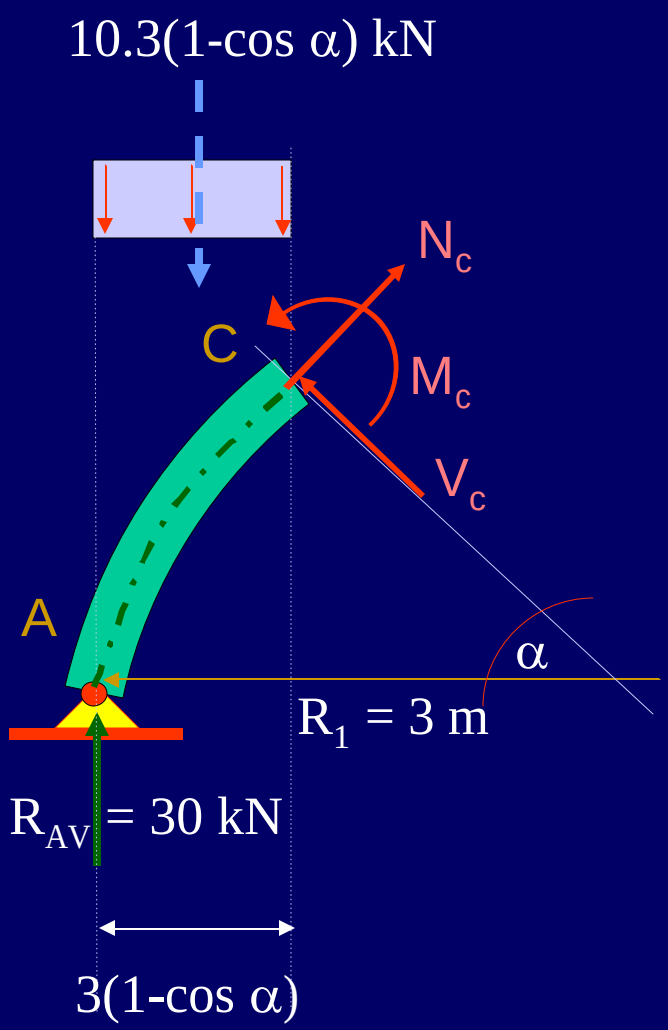
$30 - 30\,(1-\cos \alpha) + N_c \cos \alpha + V_c \sin \alpha = 0$

$30.\cos \alpha + N_c \cos \alpha + N_c \sin^2 \alpha / \cos \alpha = 0$

$\rightarrow N_c = -30.\cos^2 \alpha$

$\rightarrow V_c = -30.\ \sin \alpha\ .\ \cos \alpha$

STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA



$\Sigma M_c = 0$

$30.3(1-\cos\alpha) - 30(1-\cos\alpha).\ 3/2.(1-\cos\alpha) - M_c = 0$

$90(1-\cos\alpha) - 90/2.(1-\cos\alpha)^2 - M_c = 0$

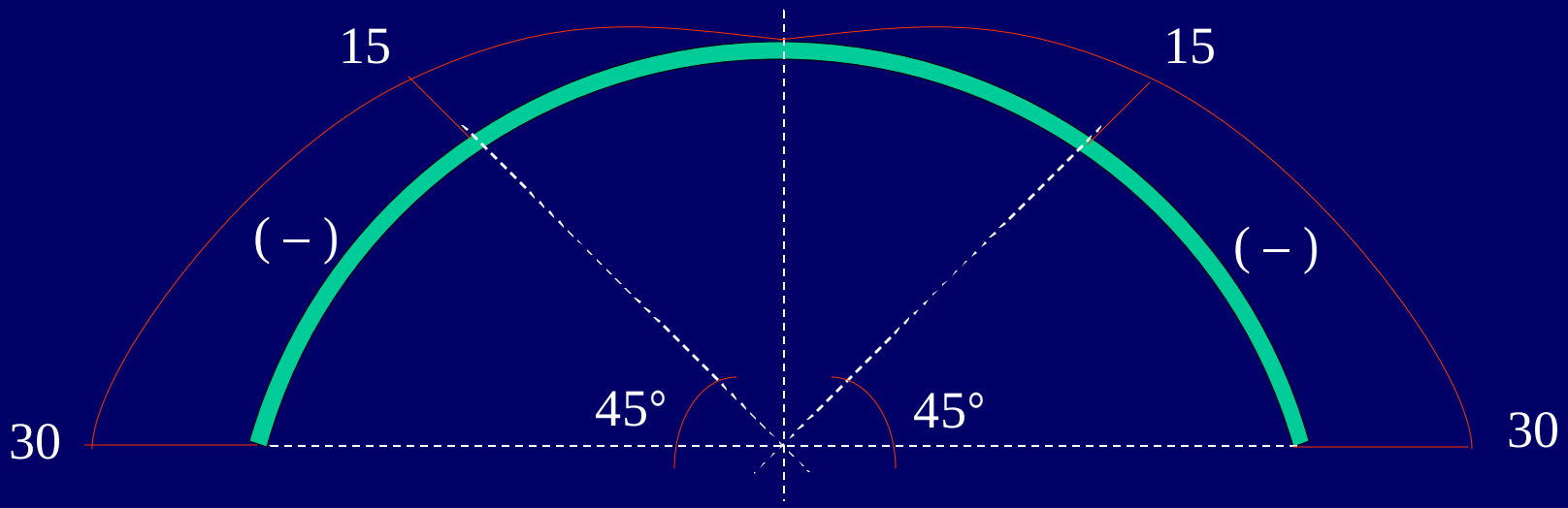
$M_c = 45.(1-\cos\alpha)^2$

STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA

Sudut α	$N_c = -30.\cos^2 \alpha$	$V_c = -30.\sin \alpha . \cos \alpha$	$M_c = 45.(1-\cos \alpha)^2$
0°	– 30	0	0
45°	– 15	– 15	+ 3,8604
90°	0	0	+ 45
135°	– 15	+ 15	+ 3,8604
180°	– 30	0	0

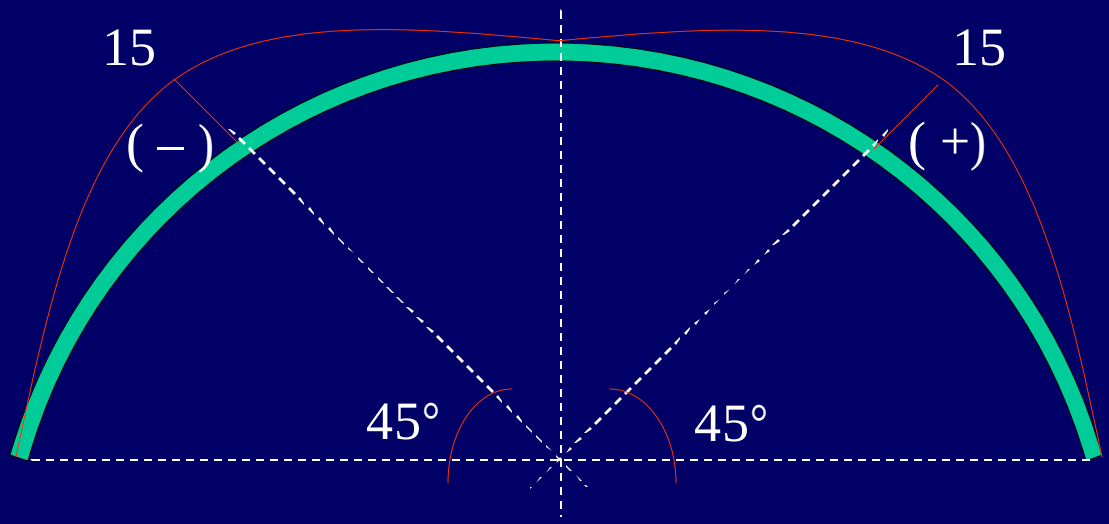
STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA

NFD (kN)

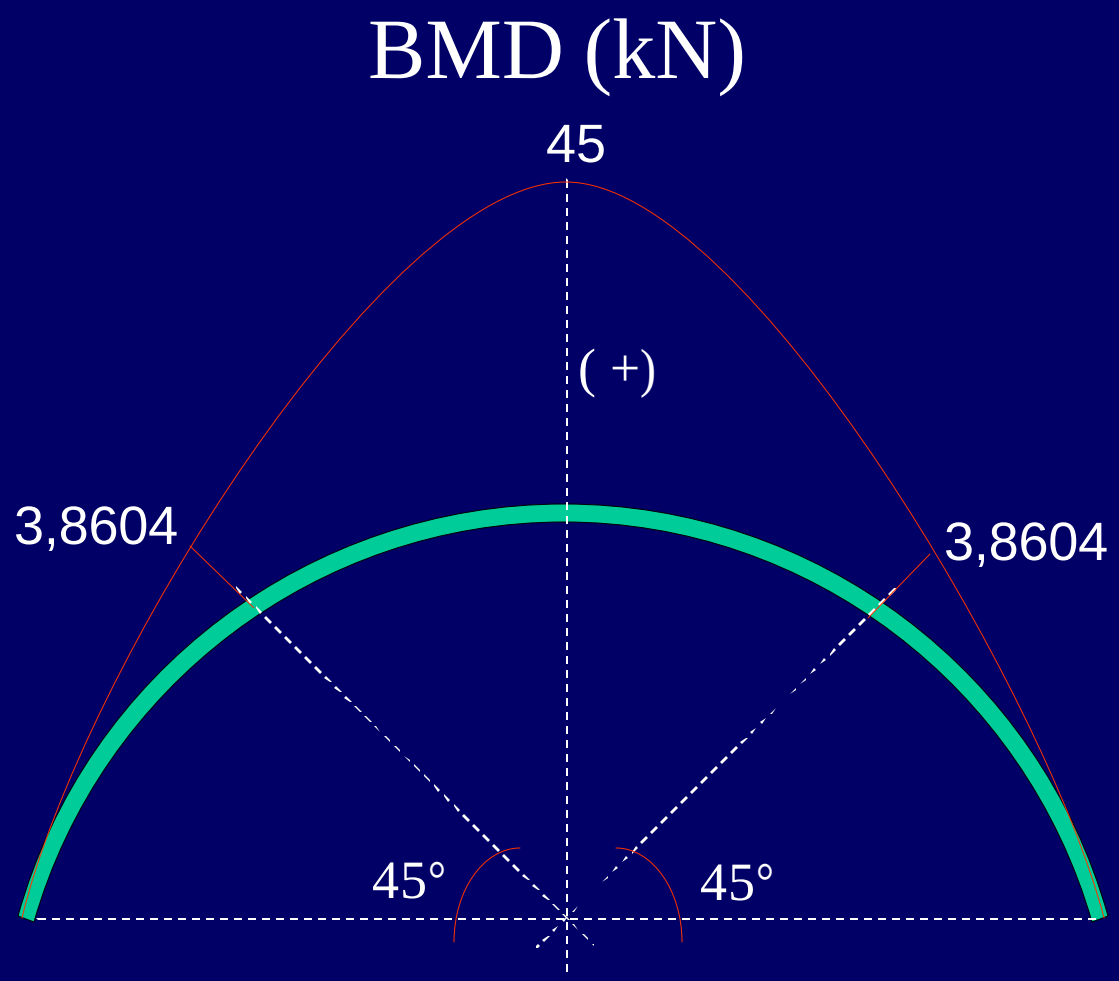


STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA

SFD (kN)

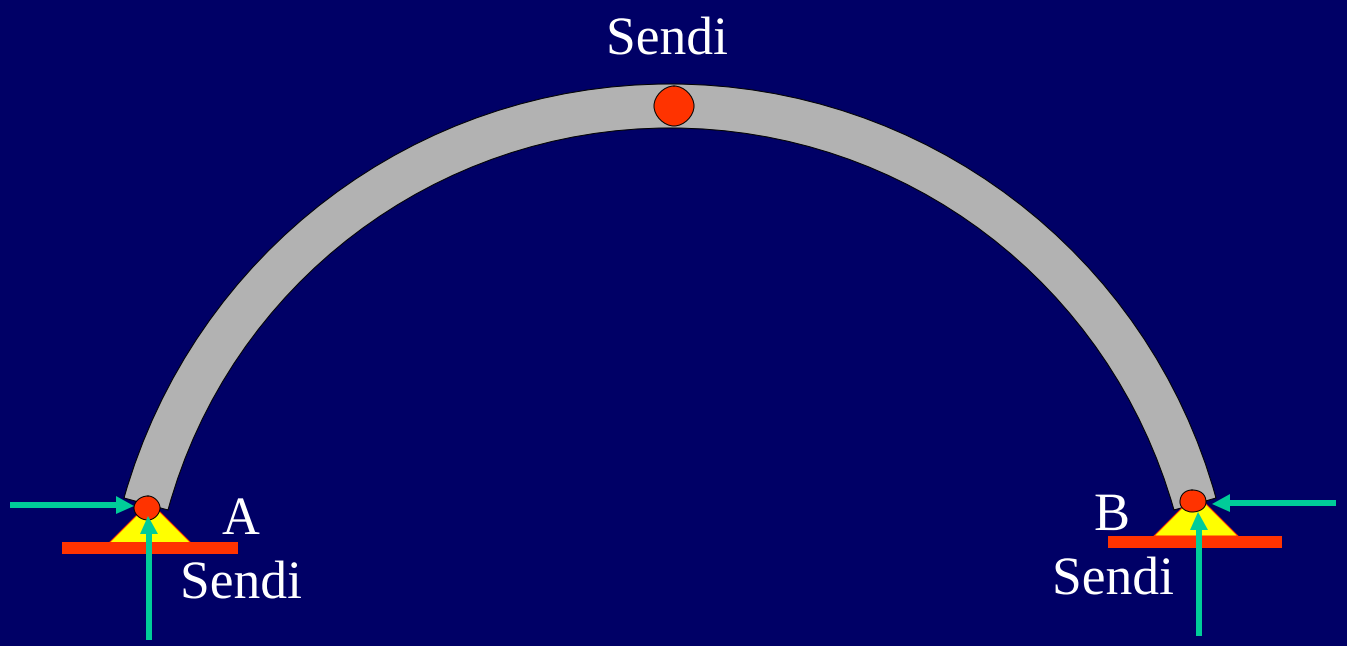


STRUKTUR PELENGKUNG SEDERHANA



STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

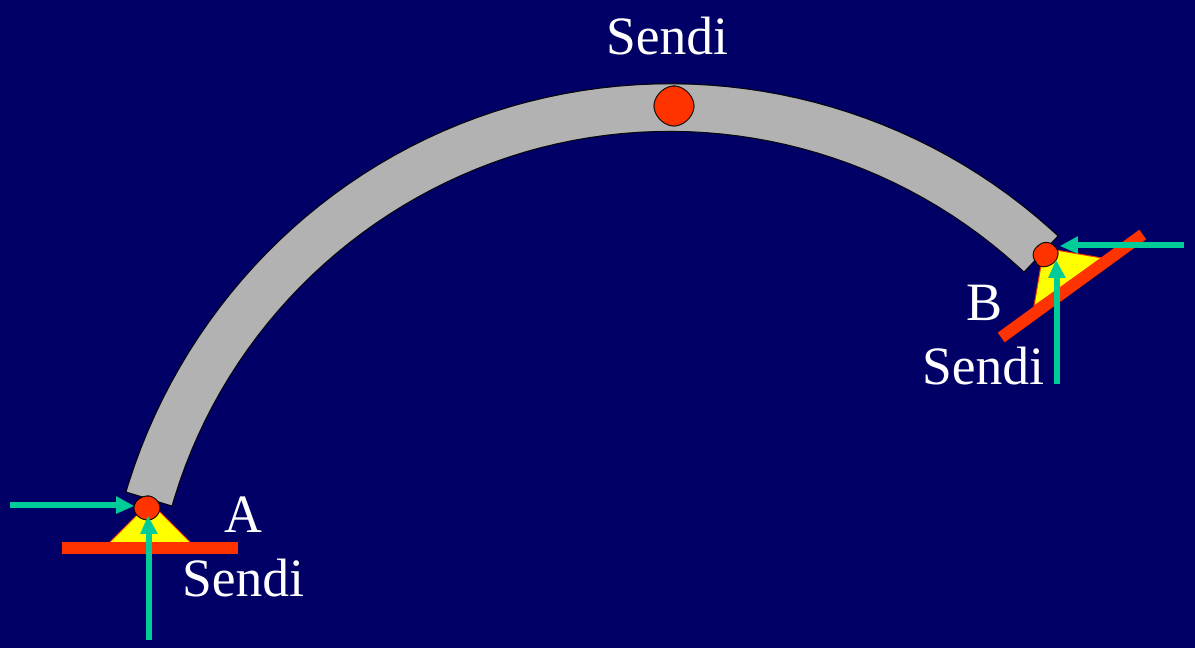
STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI



Tumpuan A → sendi → terdapat 2 reaksi
Tumpuan B → sendi → terdapat 2 reaksi
} Total: 4 reaksi tumpuan

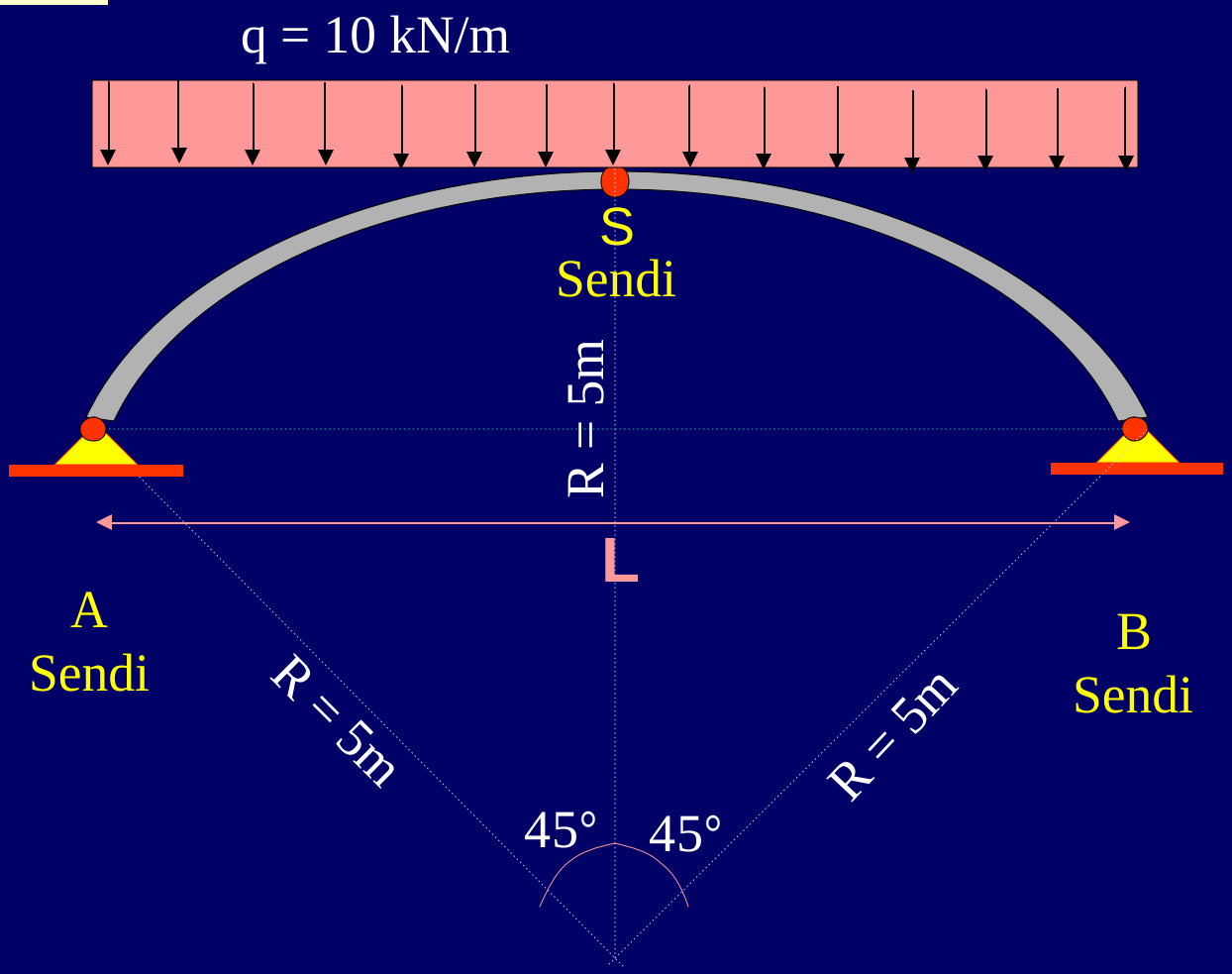
Terdapat 3 persamaan keseimbangan dan persamaan tambahan Ms = 0
→ jadi: 4 reaksi tumpuan dapat dihitung → struktur statis tertentu.

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI



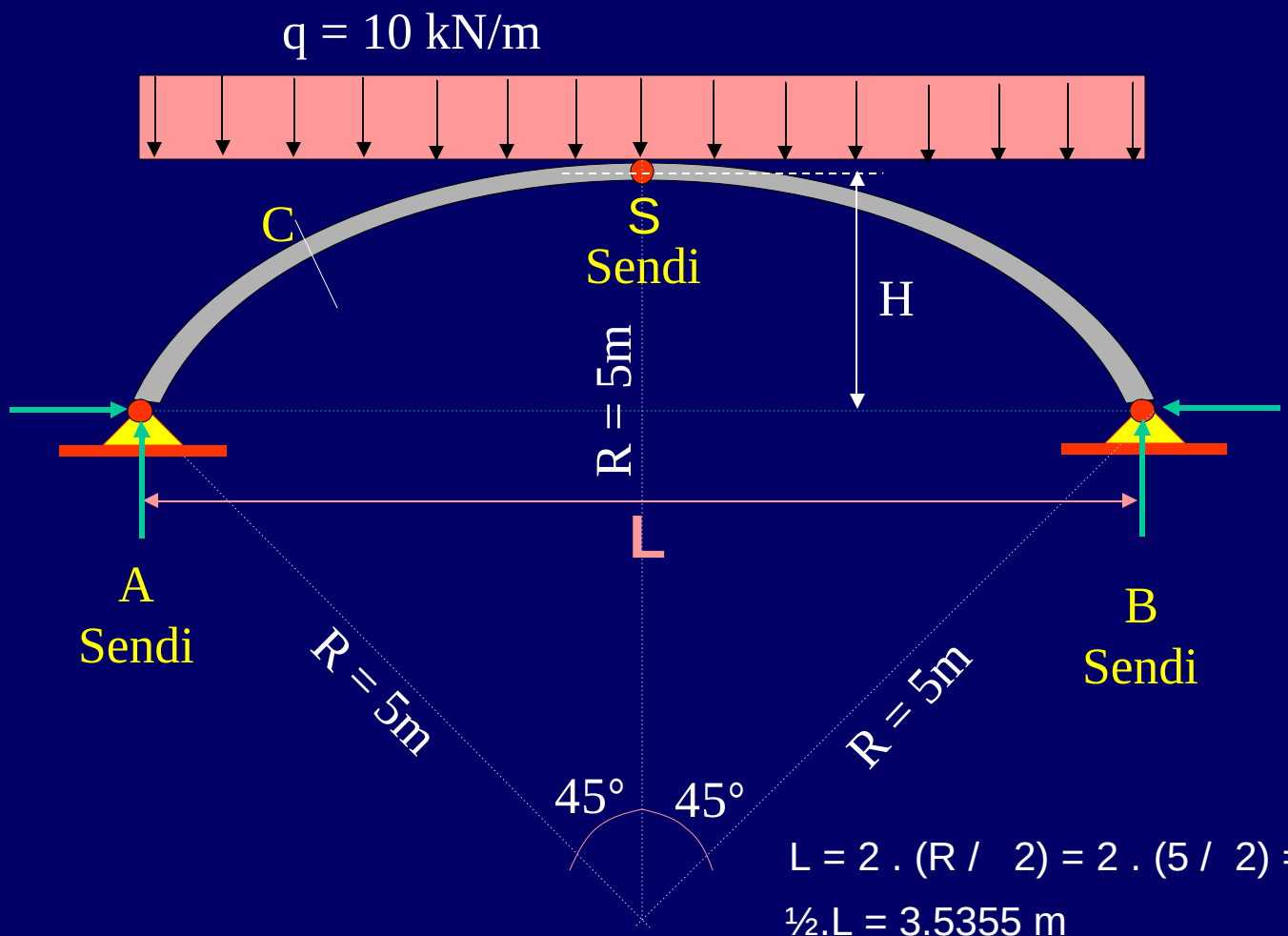
STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

CONTOH No.1



STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Arah reaksi2 tumpuan diasumsikan sbb.:



L = 2 . (R / 2) = 2 . (5 / 2) = 7,071 m

½.L = 3.5355 m

H = 1.4645 m

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Reaksi Tumpuan:

$\Sigma M_A = 0 \rightarrow -R_{BV} \cdot L + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 = 0$

$R_{BV} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 7{,}071 = 35{,}355$ kN (ke atas)

$\Sigma M_B = 0 \rightarrow R_{AV} \cdot L - \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 = 0$

$R_{AV} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 7{,}071 = 35{,}355$ kN (ke atas)

$\Sigma M_{S,ki} = 0 \rightarrow R_{AV} \cdot \frac{1}{2} L - R_{AH} \cdot H - \frac{1}{2} \cdot q \cdot (\frac{1}{2} L)^2 = 0$

$R_{AH} = (R_{AV} \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{2} \cdot q \cdot (\frac{1}{2} L)^2 / H = 42{,}676$ kN (ke kanan)

$\Sigma M_{S,ka} = 0 \rightarrow R_{BH} \cdot H - R_{BV} \cdot \frac{1}{2} L + \frac{1}{2} \cdot q \cdot (\frac{1}{2} L)^2 = 0$

$R_{BH} = (R_{BV} \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{2} \cdot q \cdot (\frac{1}{2} L)^2 / H = 42{,}676$ kN (ke kiri)

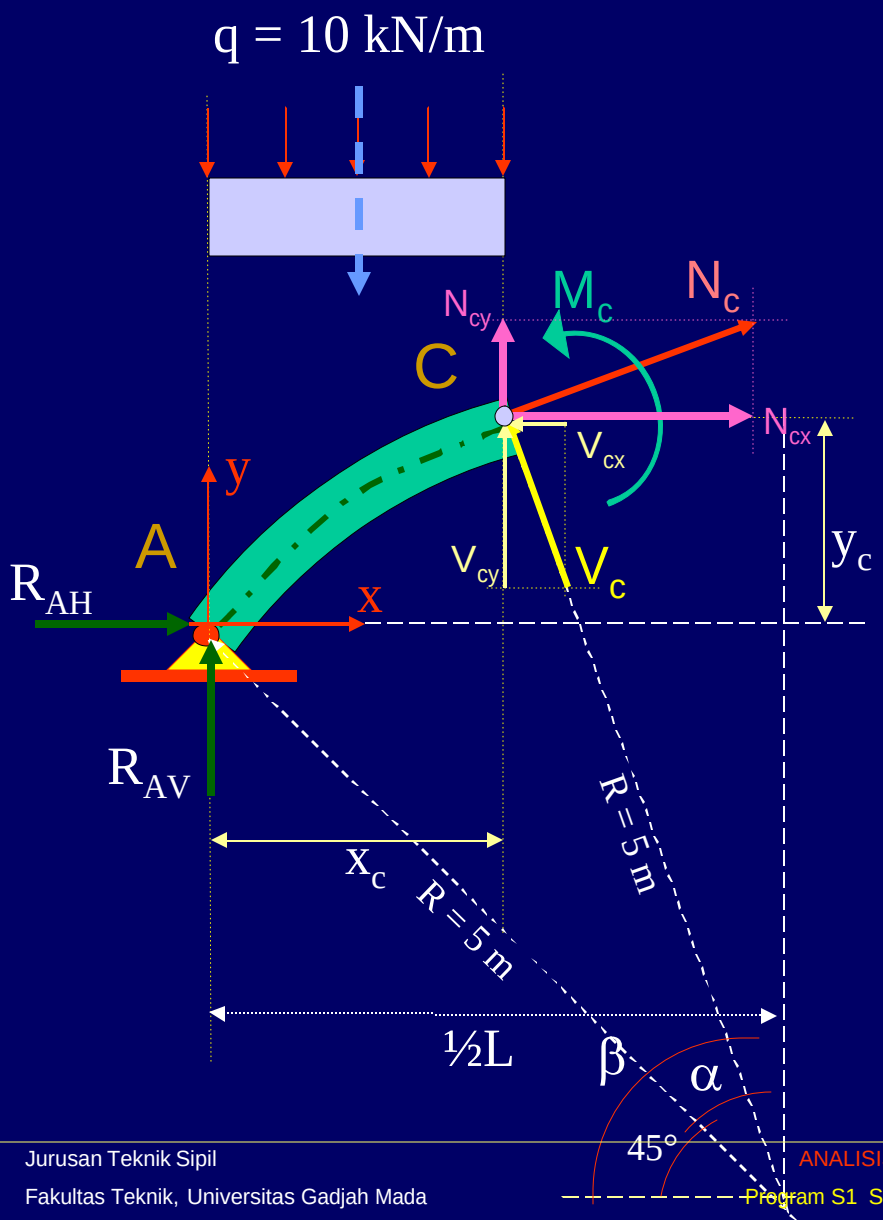
Kontrol:

$\Sigma F_H = 0 \rightarrow R_{AH} - R_{BH} = 42{,}676 - 42{,}676 = 0$ OK!

$\Sigma F_V = 0 \rightarrow R_{AV} + R_{BV} - q \cdot L = 35{,}355 + 35{,}355 - 10 \cdot 7{,}071 = 0$ OK!

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Gaya-gaya dalam (ditinjau pada ttk. C):



$\beta = 45° + \alpha$

$x_c = ½ \cdot L - R \cdot \cos \beta$

$y_c = R \cdot \sin \beta - ½ \cdot L$

Gaya-gaya N_c dan V_c diuraikan menjadi komponennya dalam arah x dan y:

$N_c \rightarrow N_{cx} = N_c \sin \beta$ dan $N_{cy} = N_c \cos \beta$

$V_c \rightarrow V_{cx} = V_c \cos \beta$ dan $V_{cy} = V_c \sin \beta$

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Digunakan prinsip keseimbangan gaya dan momen:

$\Sigma F_x = 0 \rightarrow N_{cx} - V_{cx} + R_{AH} = 0$

$N_c.\sin\beta - V_c \,.\, \cos\beta + 42{,}676 = 0$

$V_c = (N_c.\sin\beta + 42{,}676) / \cos\beta$ ... (1)

$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N_{cy} + V_{cy} + R_{AV} - q.x_c = 0$

$N_c.\cos\beta + V_c \,.\, \sin\beta + 35{,}355 - 10 \,.\, x_c = 0$

$N_c.\cos\beta + ((N_c.\sin\beta + 42{,}676) / \cos\beta) \,.\, \sin\beta + 35{,}355 - 10 \,.\, x_c = 0$

$N_c = 10 \,.\, x_c \,.\, \cos\beta - 42{,}676 \,.\, \sin\beta - 35{,}355 \,.\, \cos\beta$ ... (2)

$\Sigma M_c = 0 \rightarrow R_{AV} \,.\, x_c - R_{AH} \,.\, y_c - \frac{1}{2} \,.\, q \,.\, (x_c)^2 - M_c = 0$

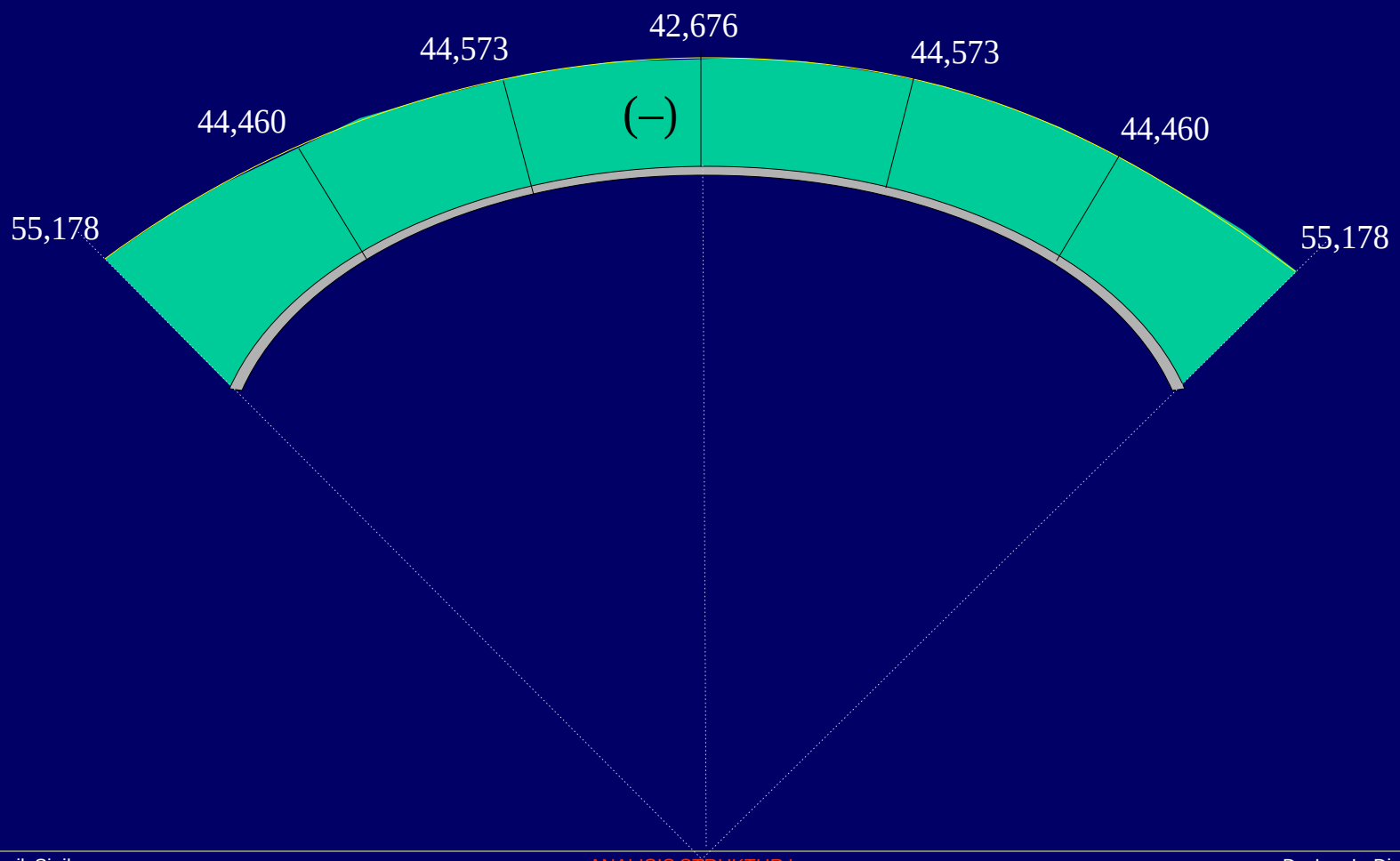
$M_c = R_{AV} \,.\, x_c - R_{AH} \,.\, y_c - \frac{1}{2} \,.\, q \,.\, (x_c)^2$ ... (3)

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

α	β	xc	yc	Nc	Vc	Mc	Ttk.
				Persm.(2)	Persm.(1)	Persm.(3)	
[°]	[°]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	
0	45	0,000	0,00	- 55,178	+ 5,178	0	A
15	60	1,047	0,795	- 49,460	- 0,312	- 2,661	
30	75	2,241	1,294	- 44,573	- 1,454	- 1,102	
45	90	3,536	1,465	- 42,676	0	0	S
60	105	4,830	1,294	- 44,573	+ 1,454	- 1,102	
75	120	6,036	0,795	- 49,460	+ 0,312	- 2,661	
90	135	7,071	0	- 55,178	- 5,178	0	B

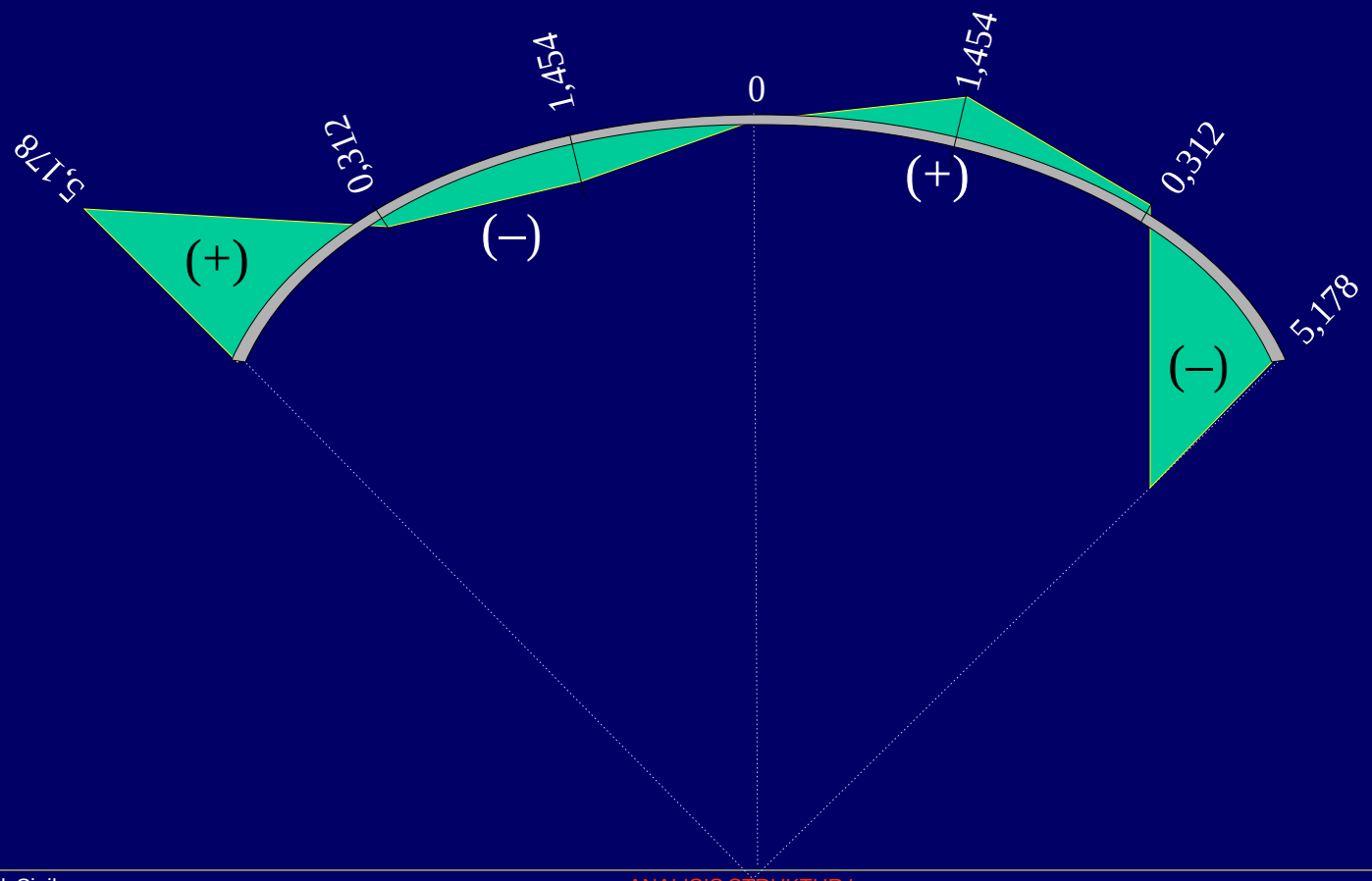
STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

NFD (kN)



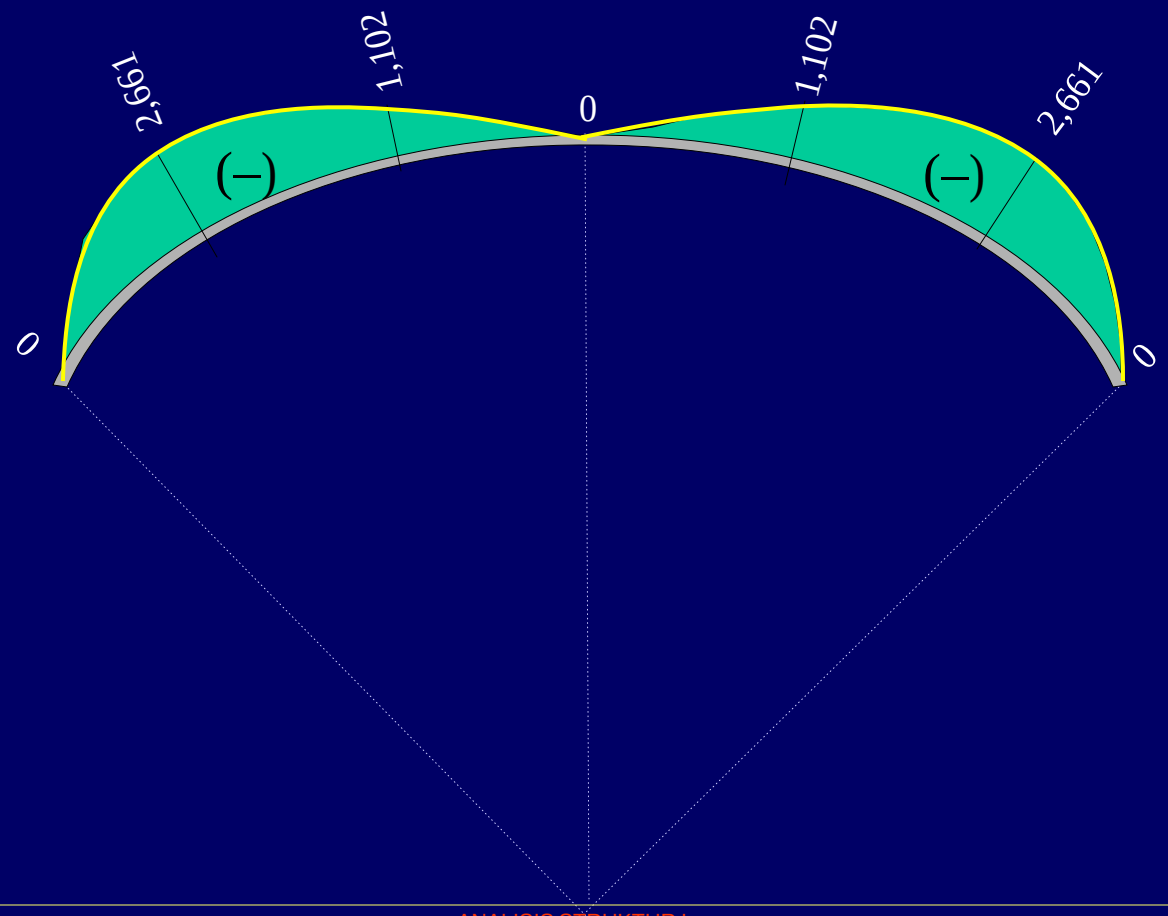
STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

SFD (kN)



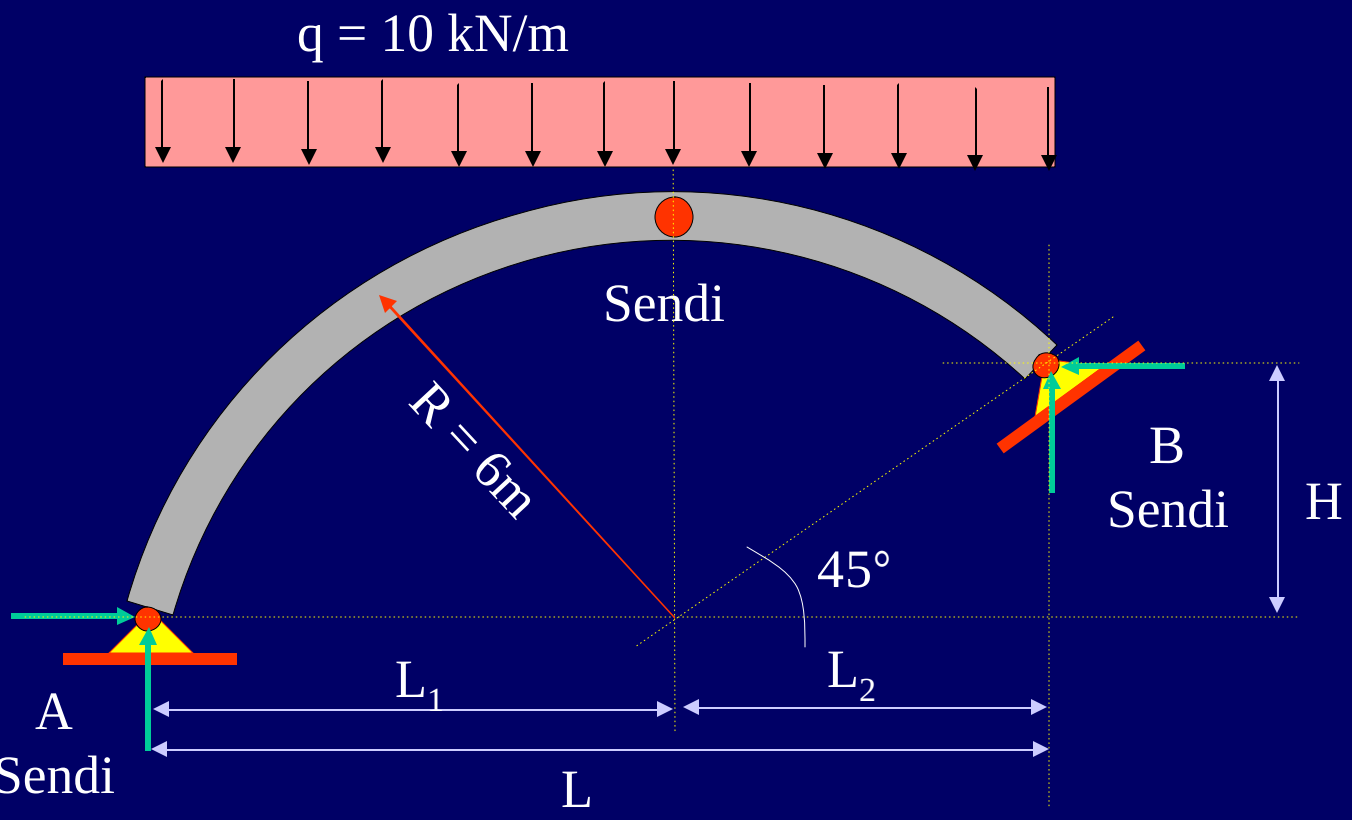
STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

BMD (kNm)



STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

CONTOH No.2



Arah reaksi2 tumpuan diasumsikan spt pada gambar di atas.

L_1 = 6 m L_2 = (R / 2) = 4,243 m

L = 10.243 m

H = 4,243 m

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Reaksi Tumpuan:

$\Sigma M_A = 0 \rightarrow -R_{BV} \cdot L - R_{BH} \cdot H + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 = 0$

$10{,}243 \cdot R_{BV} + 4{,}243 \cdot R_{BH} = 524{,}595$ ... (1)

$\Sigma M_B = 0 \rightarrow R_{AV} \cdot L - R_{AH} \cdot H - \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 = 0$

$10{,}243 \cdot R_{AV} - 4{,}243 \cdot R_{AH} = 524{,}595$ ... (2)

$\Sigma M_{S,ki} = 0 \rightarrow R_{AV} \cdot L_1 - R_{AH} \cdot R - \frac{1}{2} \cdot q \cdot (L_1)^2 = 0$

$R_{AV} - R_{AH} = 30$ ... (3)

$\Sigma M_{S,ka} = 0 \rightarrow -R_{BV} \cdot H + R_{BH} \cdot (R - H) + \frac{1}{2} \cdot q \cdot (L_2)^2 = 0$

$4{,}243 \cdot R_{BV} - 1{,}757 \cdot R_{BH} = 90{,}015$ ... (4)

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Reaksi Tumpuan:

$10{,}243 \cdot R_{AV} - 4{,}243 \cdot R_{AH} = 524{,}595$ ... (2)

$10{,}243 \cdot R_{AV} - 10{,}243 \cdot R_{AH} = 307{,}290$ ... (3) x 10,243

$6 \cdot R_{AH} = 217{,}205$

$R_{AH} = 36{,}2175$ kN (ke kanan, OK)

$R_{AV} = 66{,}2175$ kN (ke atas, OK)

$10{,}243 \cdot R_{BV} + 4{,}243 \cdot R_{BH} = 524{,}595$ ... (1)

$10{,}243 \cdot R_{BV} - 4{,}243 \cdot R_{BH} = 217{,}377$ ... (4) x 2,4149

$20{,}486 \cdot R_{BV} = 741{,}972$

$R_{BV} = 36{,}2185$ kN (ke atas, OK)

$R_{BH} = 36{,}203$ kN (ke kiri, OK)

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

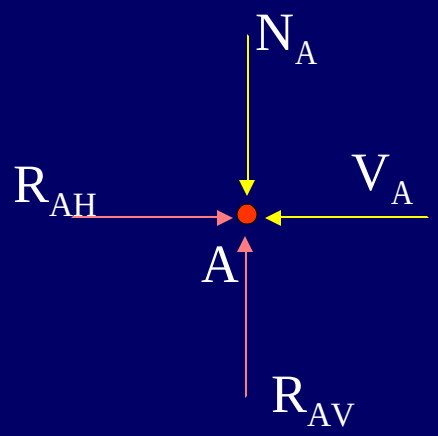
Kontrol:

$\Sigma F_H = 0 \rightarrow R_{AH} - R_{BH} = 36{,}2175 - 36{,}203 = 0{,}0145 \sim 0$
(kesalahan pembulatan), OK!

$\Sigma F_V = 0 \rightarrow R_{AV} + R_{BV} - q \cdot L = 66{,}2175 + 36{,}2185 - 10 \cdot 10{,}243 = 0{,}006$
(kesalahan pembulatan), OK!

Gaya-gaya dalam:

Titik A ($\alpha = 0°$):



$N_A = - R_{AV} = - 66{,}2175$ kN

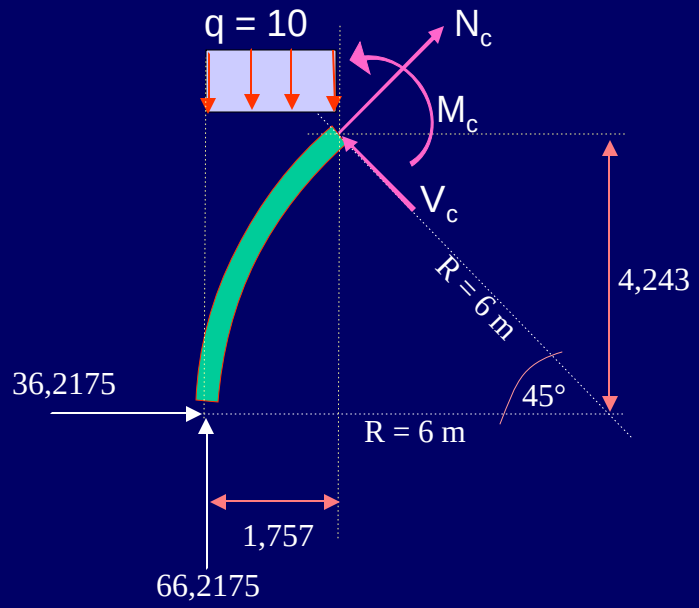
$V_A = - R_{AH} = - 36{,}2175$ kN

$M_A = 0$ kNm

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Gaya-gaya dalam:

Titik C ($\alpha = 45°$):



$\Sigma F_x = 0$

$36{,}2175 + 0{,}7071.N_c - 0{,}7071.V_c = 0$

$0{,}7071.N_c - 0{,}7071.V_c = -36{,}2175 \quad ...(1)$

$\Sigma F_y = 0$

$66{,}2175 + 0{,}7071.N_c + 0{,}7071.V_c - 10 . 1{,}757 = 0$

$0{,}7071.N_c + 0{,}7071.V_c = -48{,}6475 \quad ...(2)$

$N_c = -60{,}009$ kN

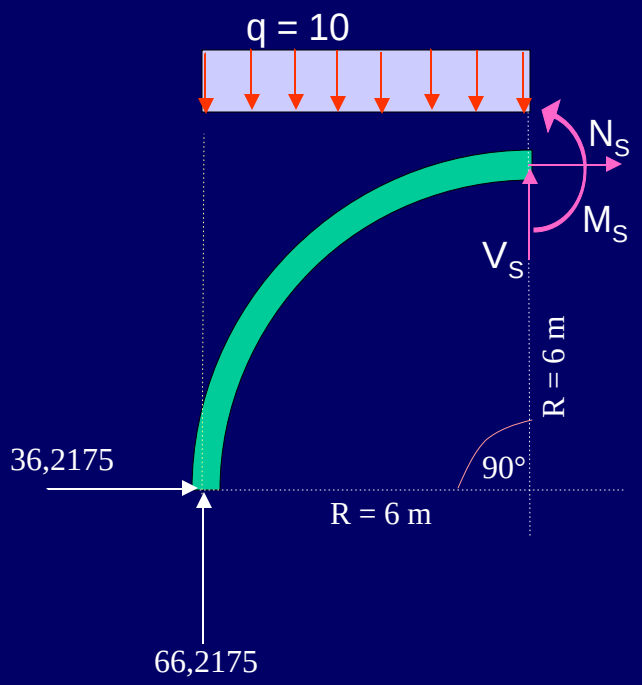
$V_c = -8{,}789$ kN

$M_c = 66{,}2175 . 1{,}757 - 36{,}2175 . 4{,}243 - 0{,}5 . 10 . 1{,}757^2$

$= -52{,}762$ kNm

STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

Titik S ($\alpha = 90°$):



$\Sigma F_x = 0$

$36{,}2175 + N_S = 0 \rightarrow \quad N_S = -36{,}2175$ kN

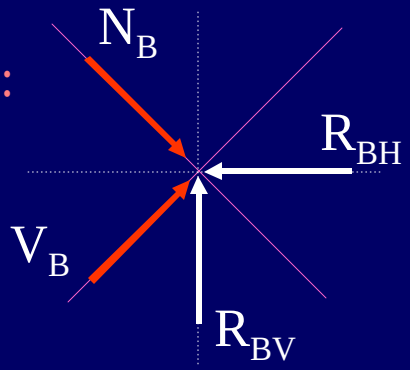
$\Sigma F_y = 0$

$66{,}2175 + V_S - 10 \cdot 6 = 0 \rightarrow V_S = -6{,}2175$ kN

$M_S = 66{,}2175 \cdot 6 - 36{,}2175 \cdot 6 - 0{,}5 \cdot 10 \cdot 6^2$

$= 0$ kNm

Titik B ($\alpha = 135°$):



$N_B = -0{,}7071 \cdot 36{,}203 - 0{,}7071 \cdot 36{,}2185$

$N_c = -51{,}209$ kN

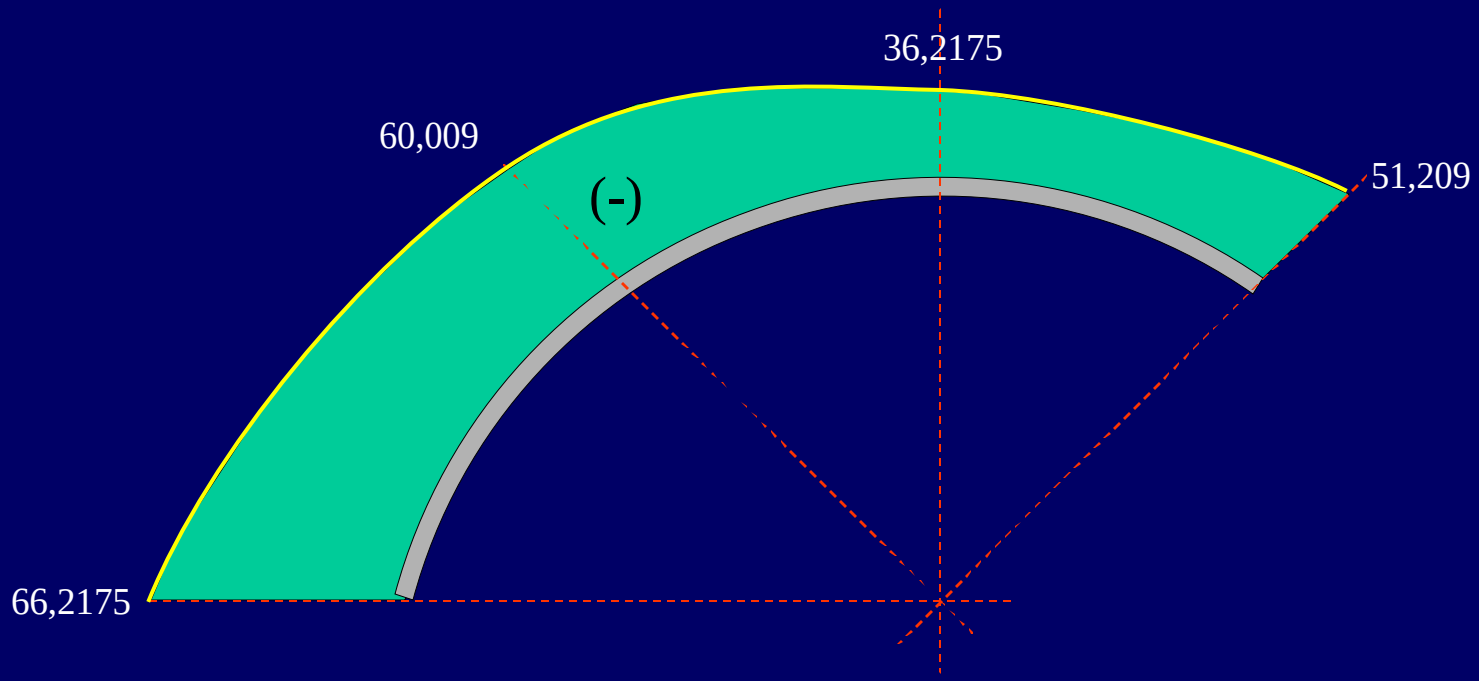
$V_B = +0{,}7071 \cdot 36{,}203 - 0{,}7071 \cdot 36{,}2185$

$V_c = -0{,}011$ kN

$M_B = 0$ kNm

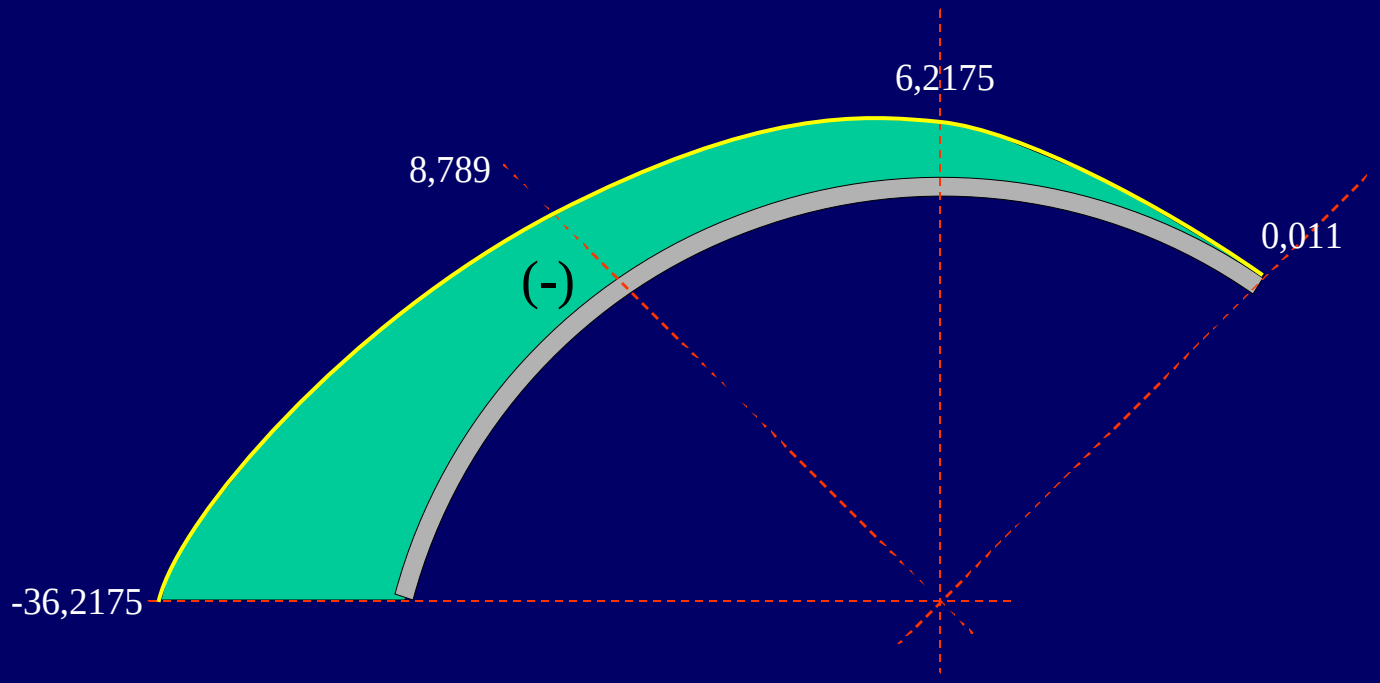
STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

NFD (kN)



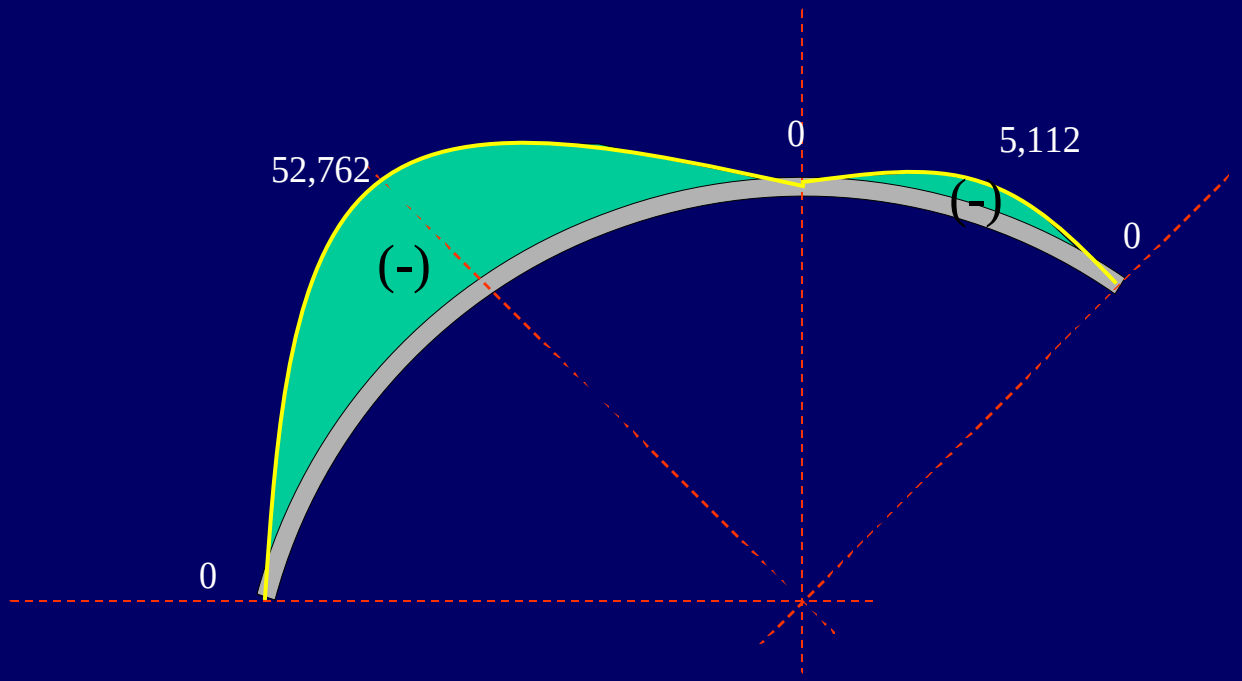
STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

SFD (kN)



STRUKTUR PELENGKUNG 3 SENDI

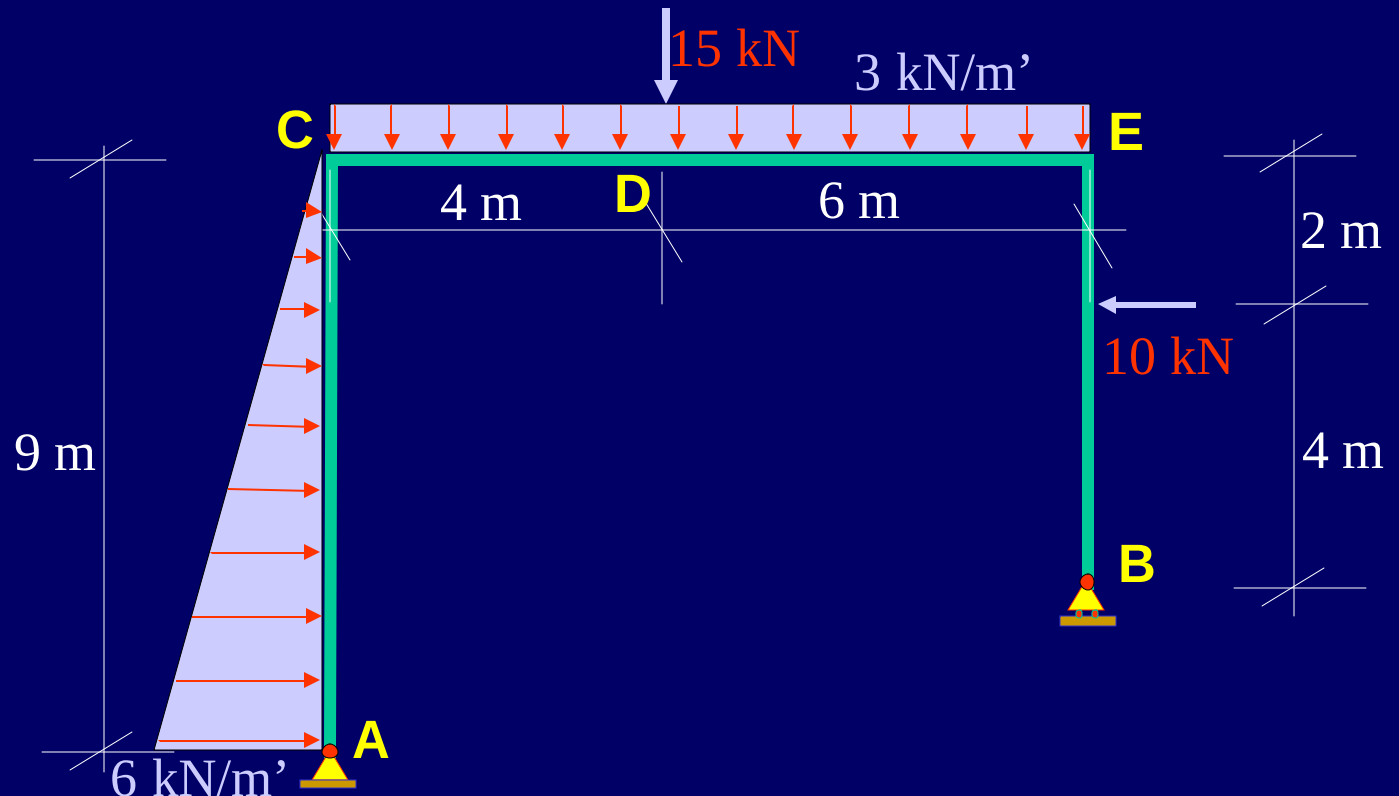
BMD (kNm)



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

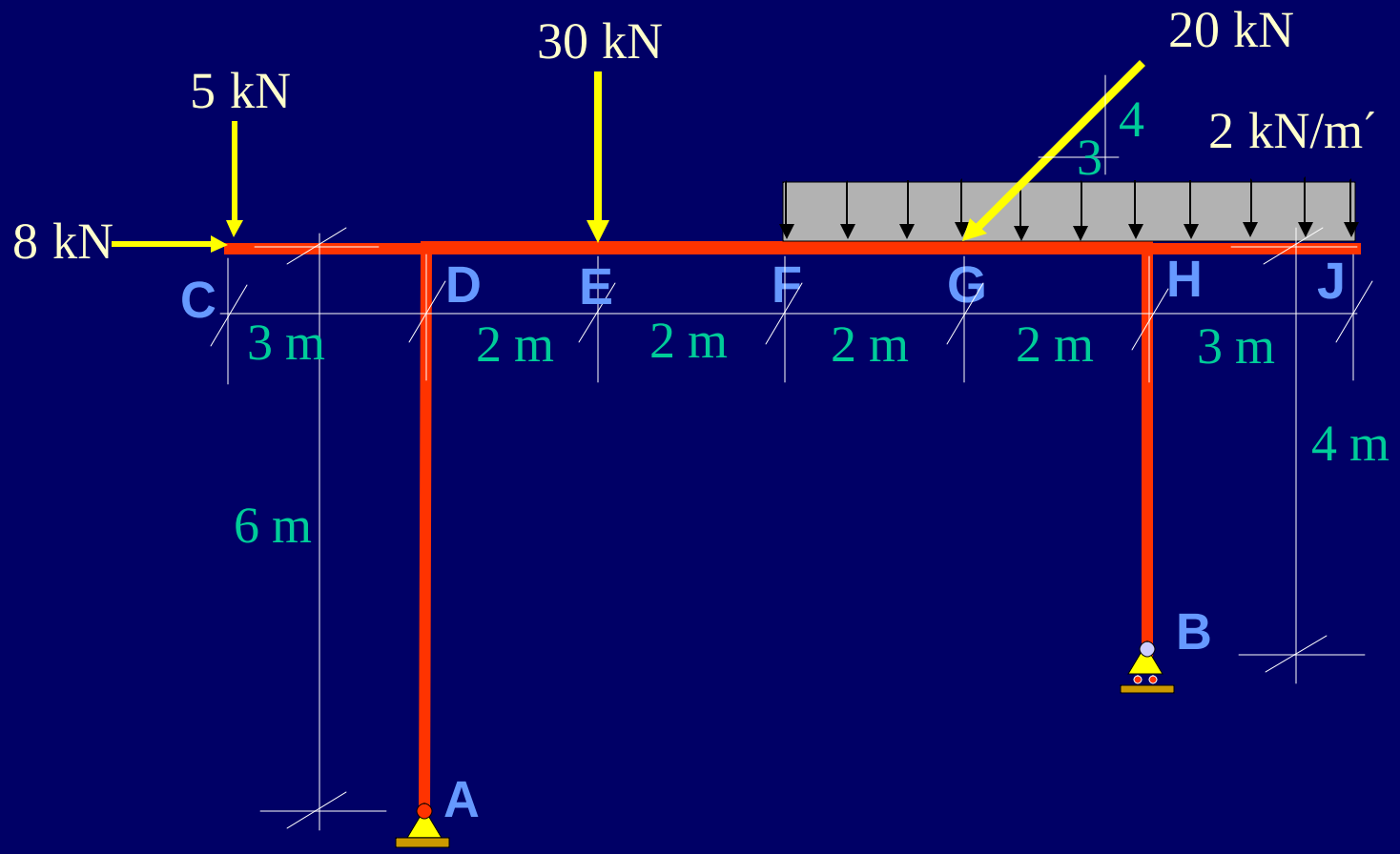
(1) Portal Sendi-Rol



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

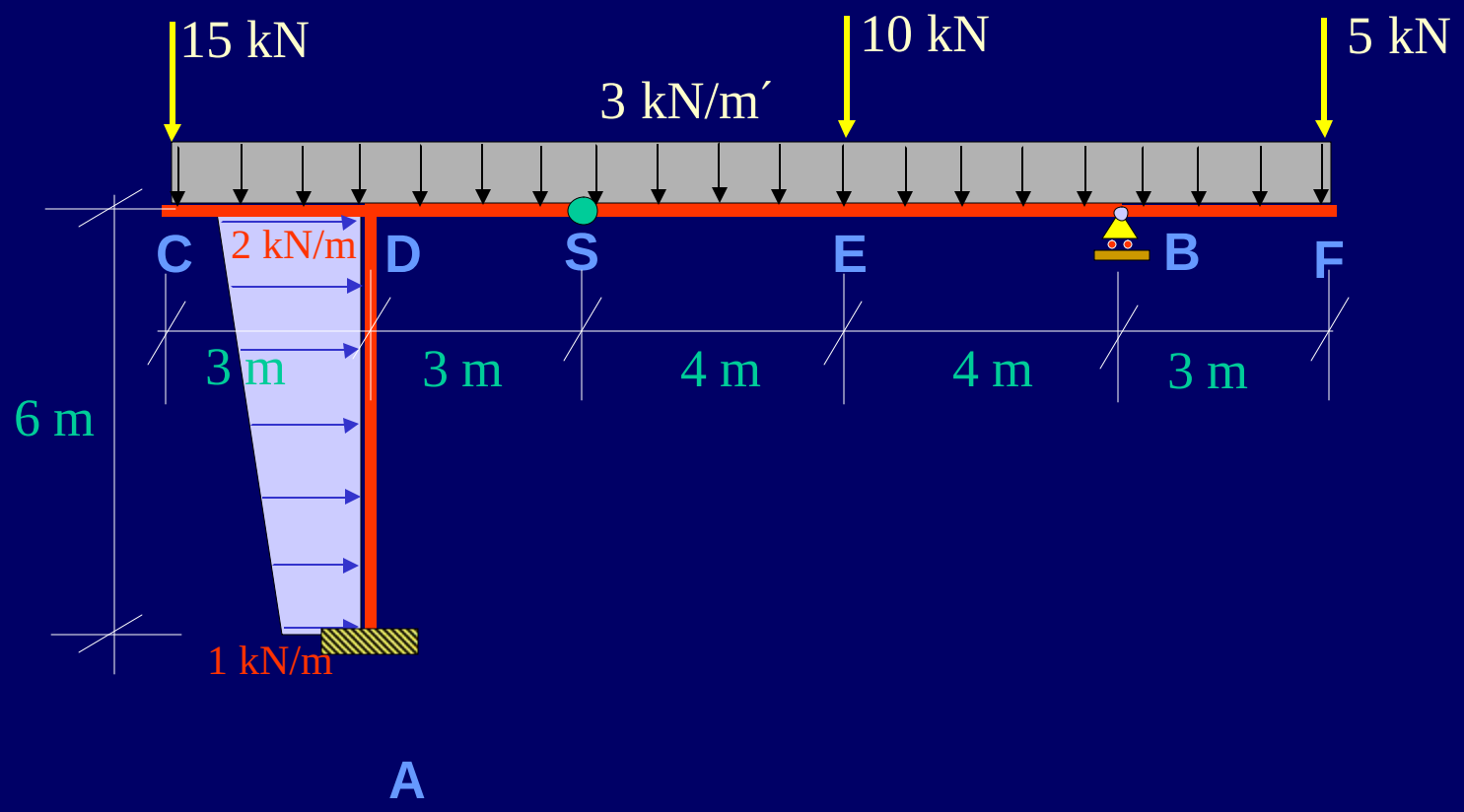
(2) Portal Sendi-Rol



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

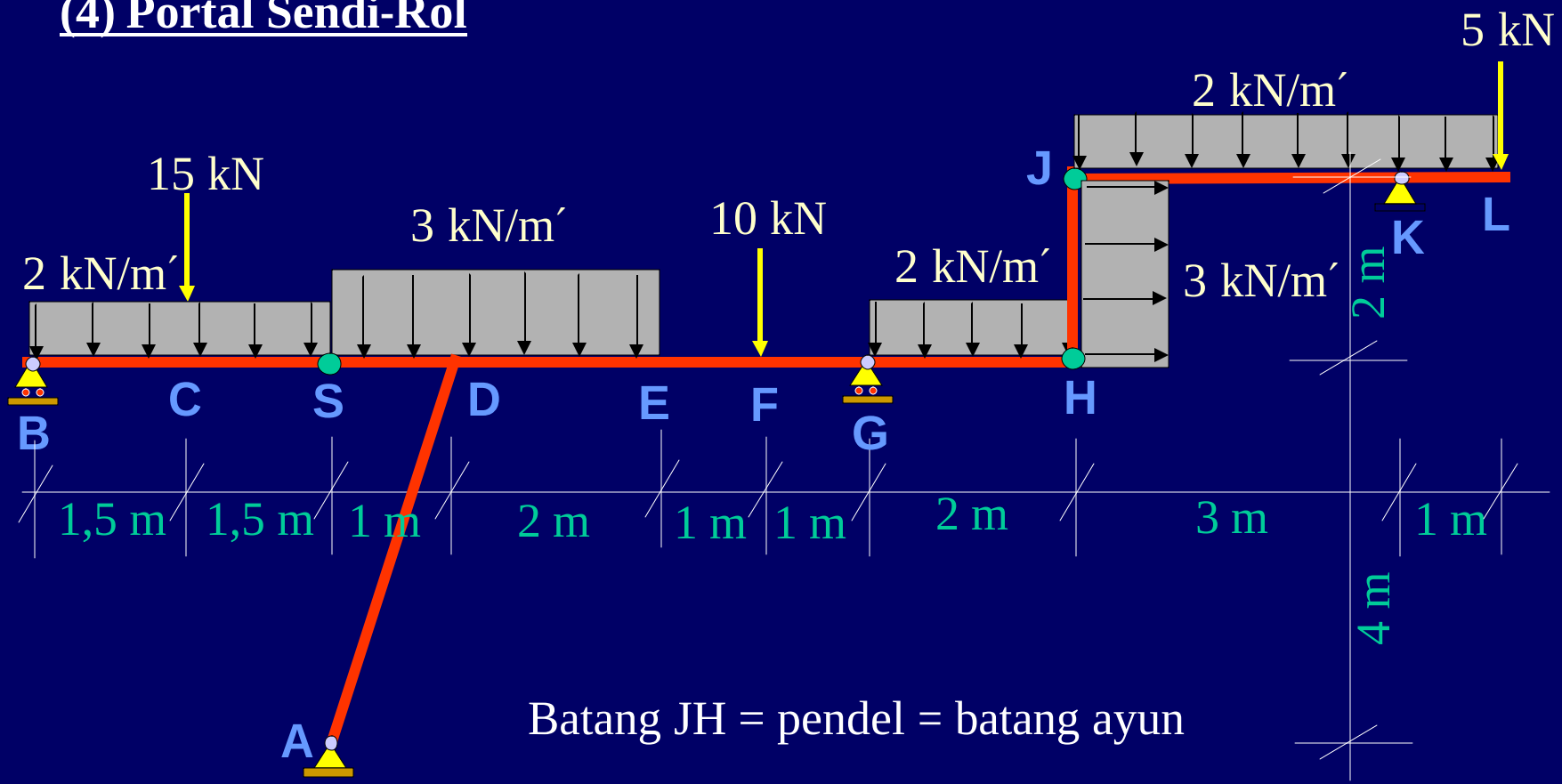
(3) Portal Sendi-Rol



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

(4) Portal Sendi-Rol

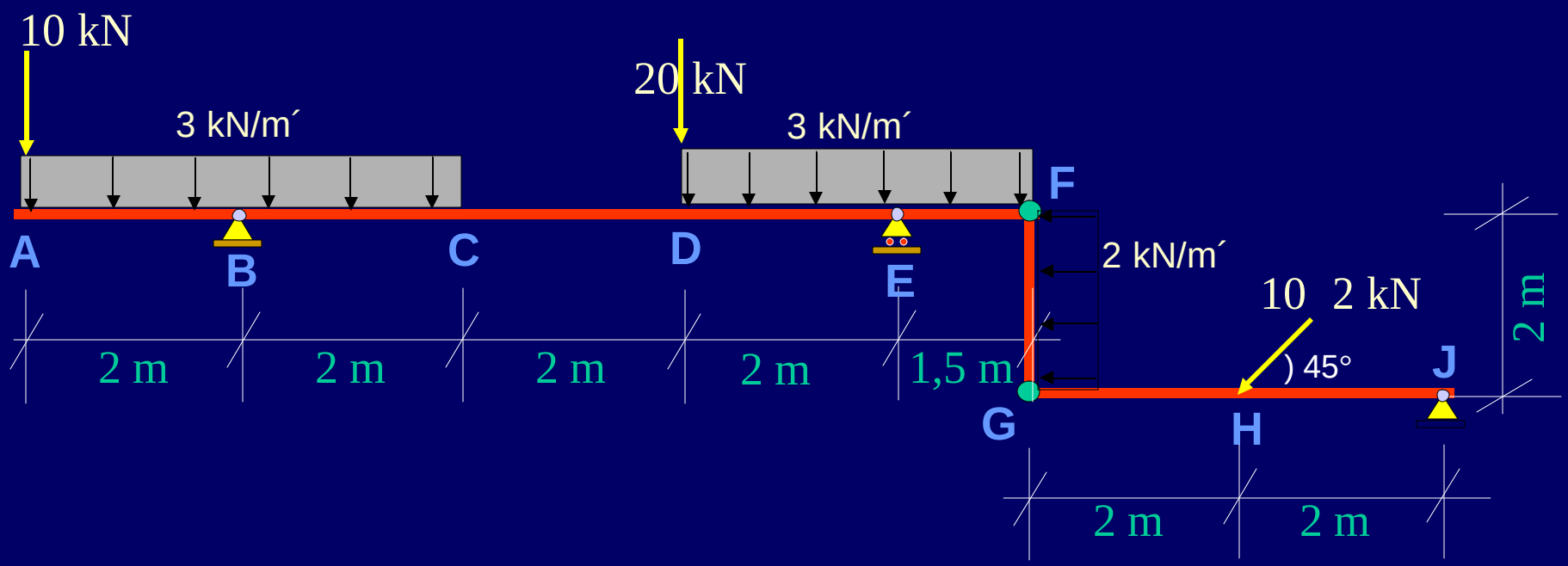


Batang JH = pendel = batang ayun

ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

(5) Portal Sendi-Rol

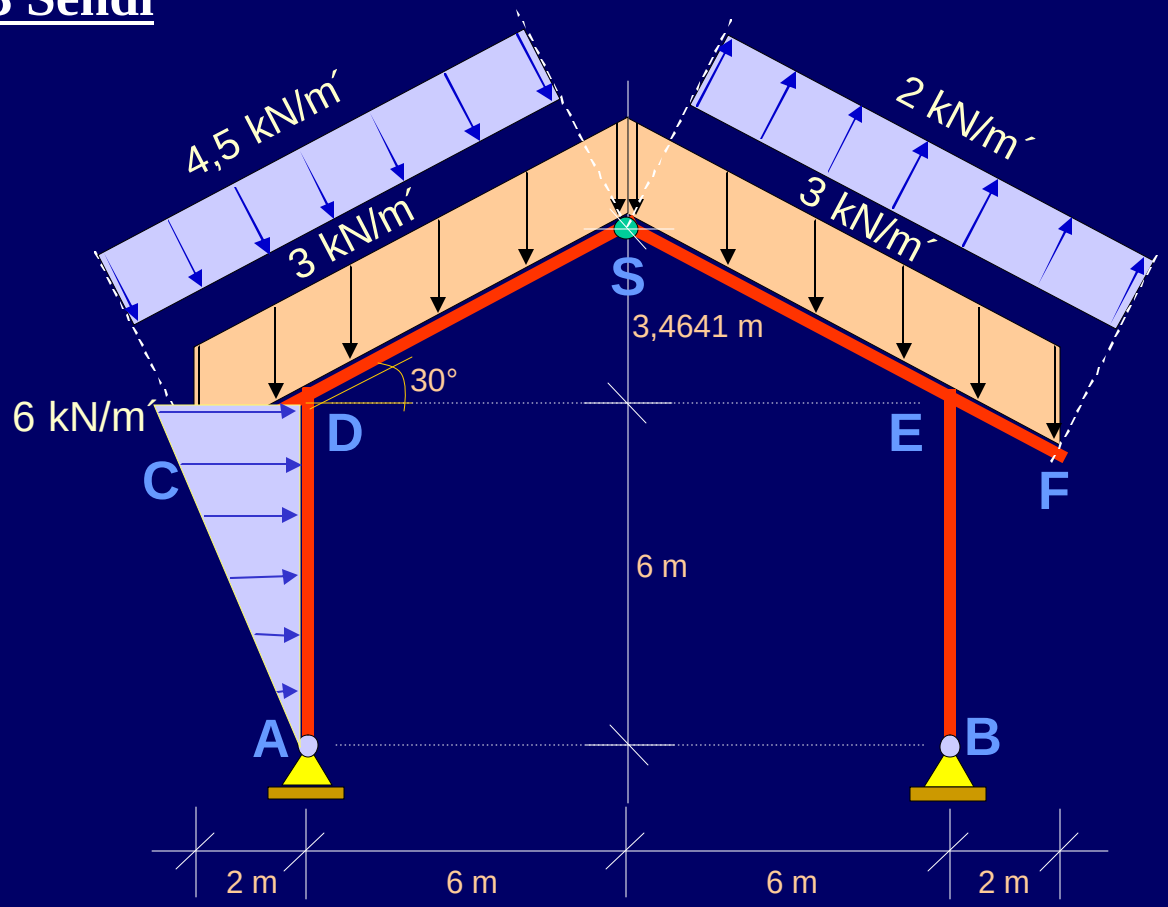


Batang FG = pendel = batang ayun

ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

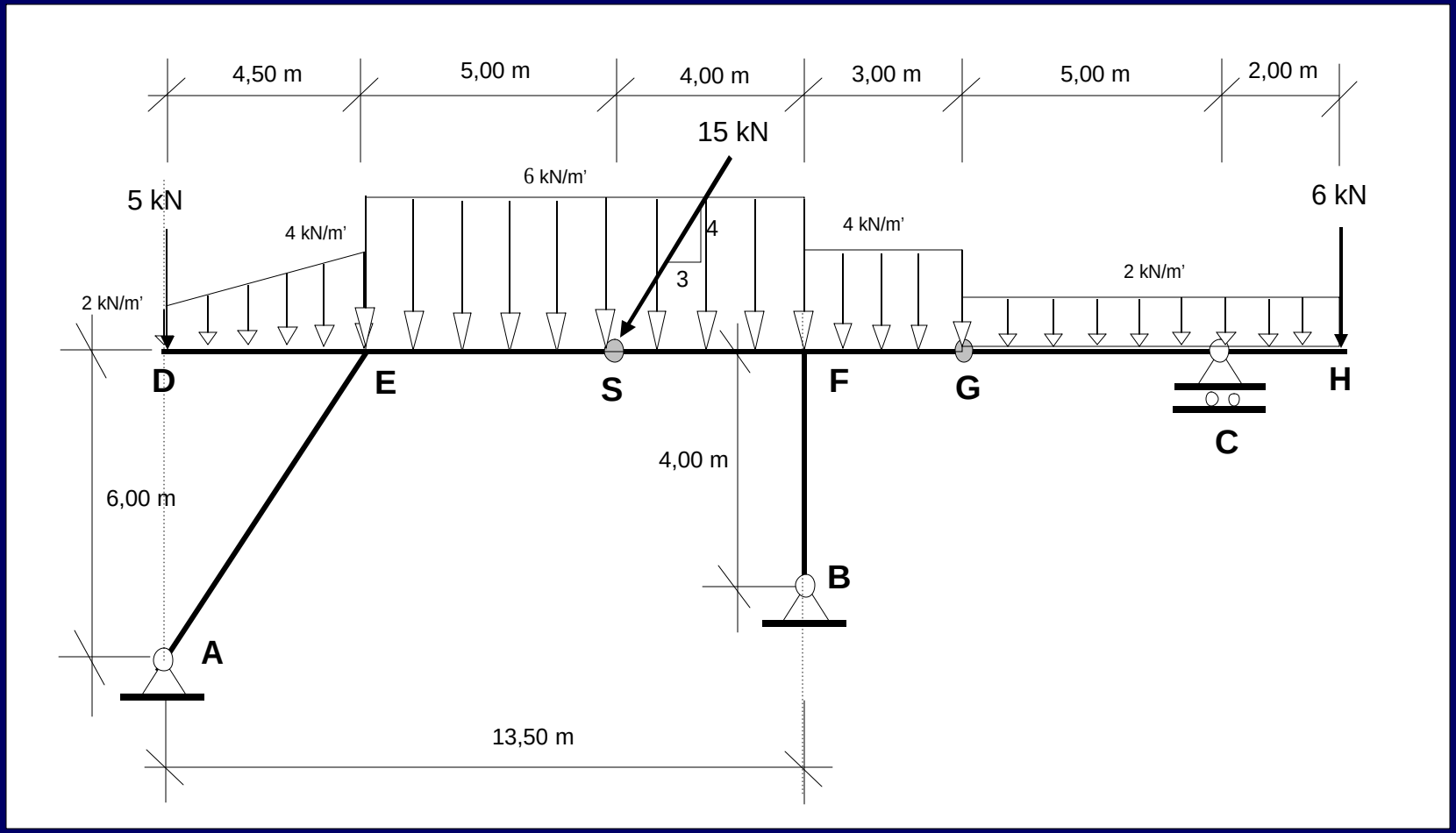
(6) Portal 3 Sendi



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

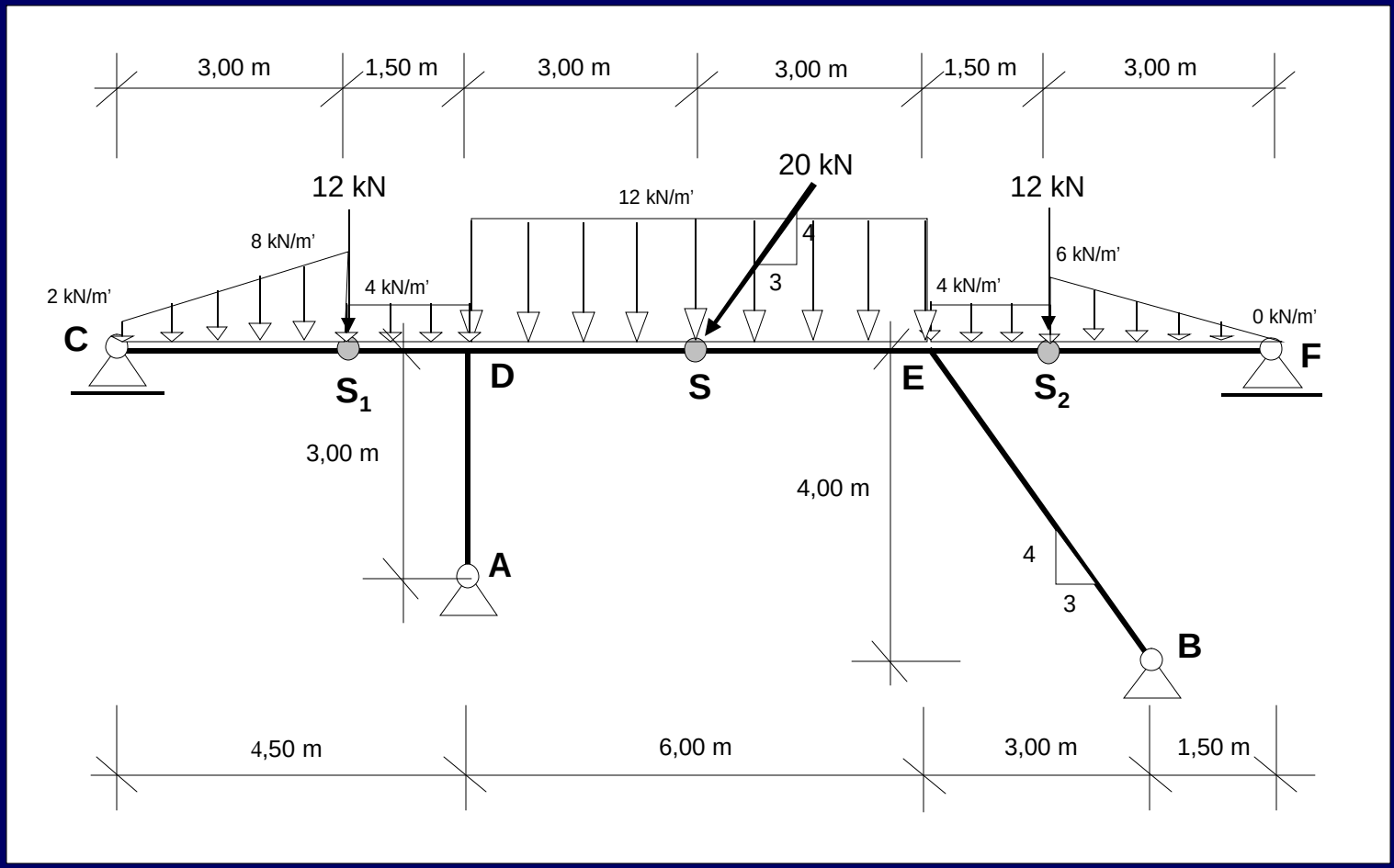
(7) Portal 3 Sendi



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

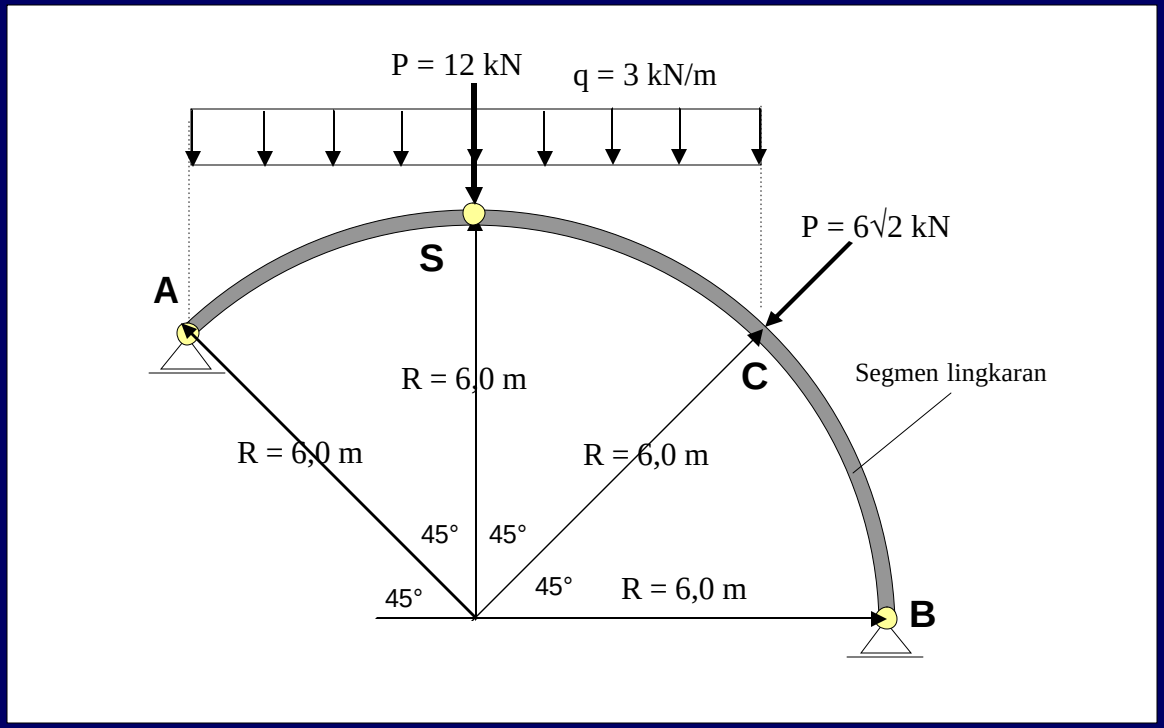
(8) Portal 3 Sendi



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

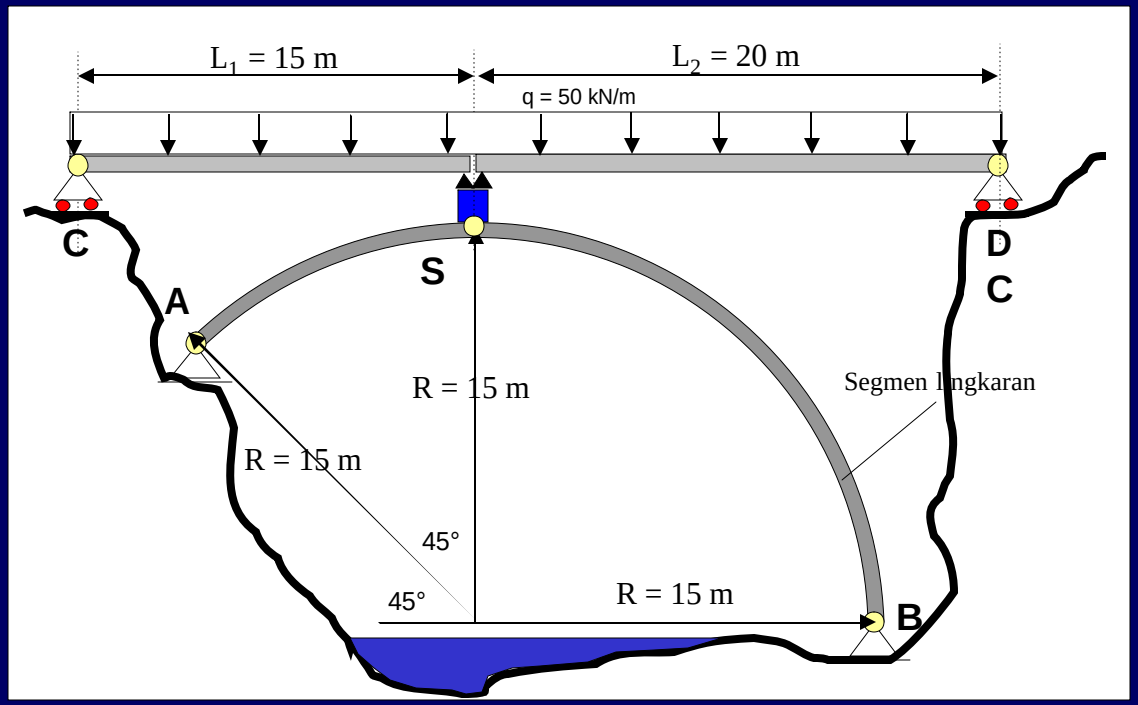
(9) Pelengkung 3 Sendi



ANALISIS STRUKTUR I

SOAL2 PORTAL & PELENGKUNG STRUKTUR STATIS TERTENTU

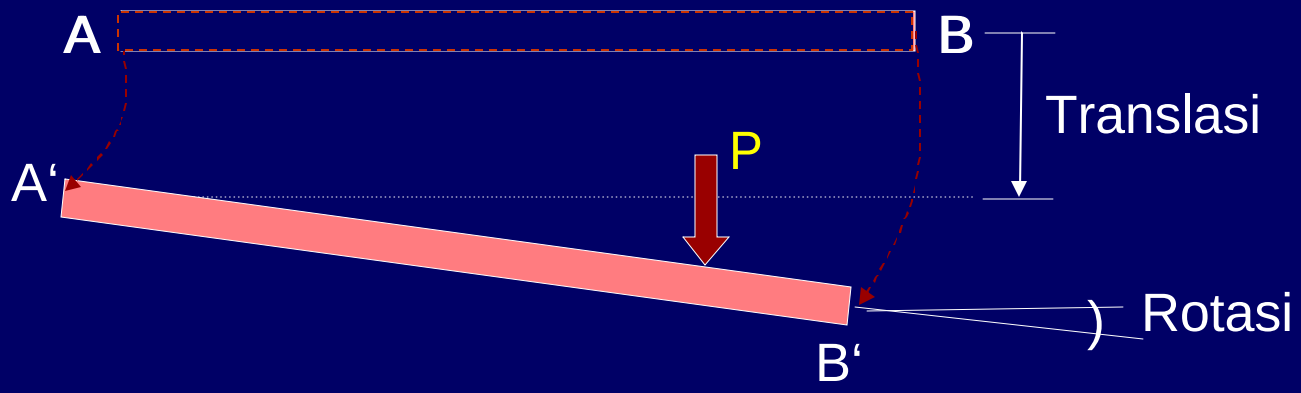
(10) Pelengkung 3 Sendi



BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

Ditinjau sebuah batang AB yang berada bebas dalam bidang x-y:

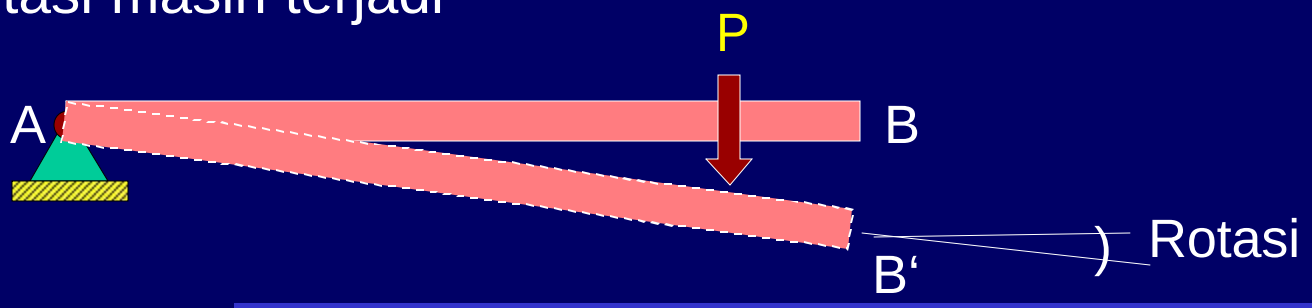


Jika pada batang tsb dikenakan gaya (beban) P, maka batang menjadi tidak stabil karena mengalami translasi dan rotasi dan berpindah menempati posisi A‘B‘.

Untuk menjadi batang yang stabil dan memenuhi persyaratan *statical equilibrium* maka translasi dan rotasi tersebut harus dihilangkan, yaitu dengan memasang tumpuan pada batang tsb.

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

Jika di titik A diberi tumpuan sendi (lihat cat. kuliah sebelumnya), maka: - translasi tidak terjadi
- rotasi masih terjadi



Tetapi keadaan ini tetap belum stabil !!!

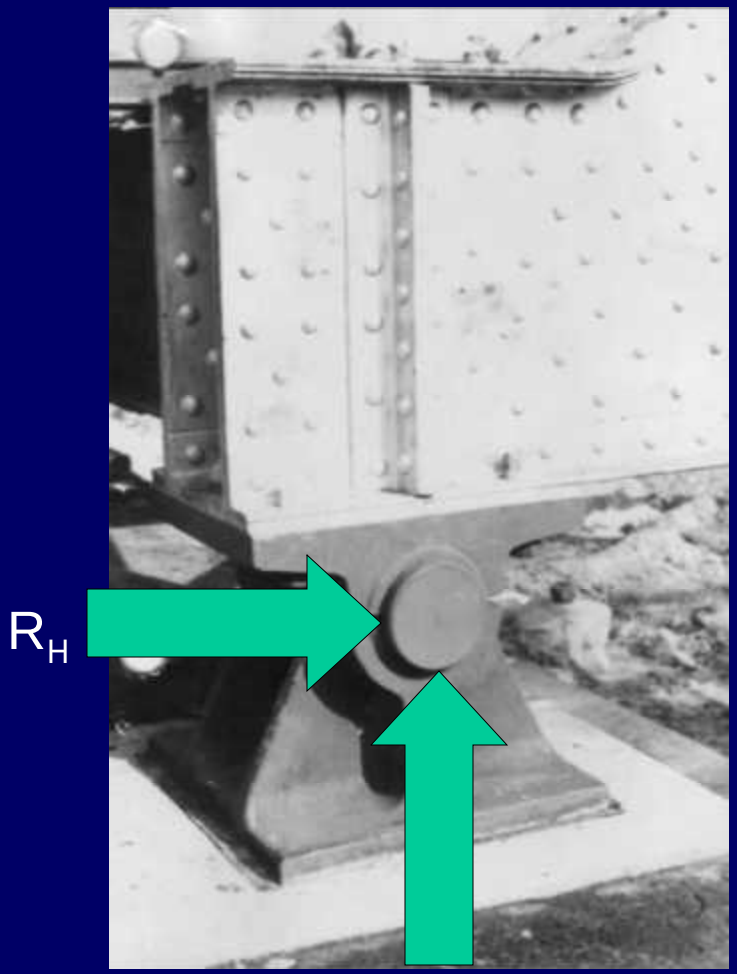
Catatan:

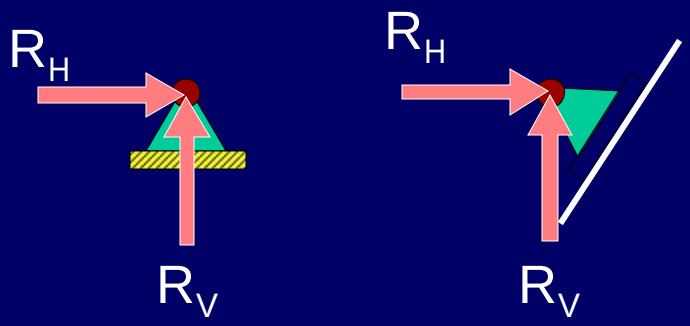
Sifat-sifat tumpuan sendi:

- Tidak bertlansasi (tidak bergeser dalam arah x dan y)
  → mampu menahan reaksi arah x (hors.) maupun arah y (vert.)
- Dapat berputar (berotasi)
  → tidak dapat menahan momen, jadi di tempat tsb. $M_A = 0$
- Pada tumpuan sendi timbul dua reaksi: R_X dan R_Y

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

Contoh tumpuan sendi:

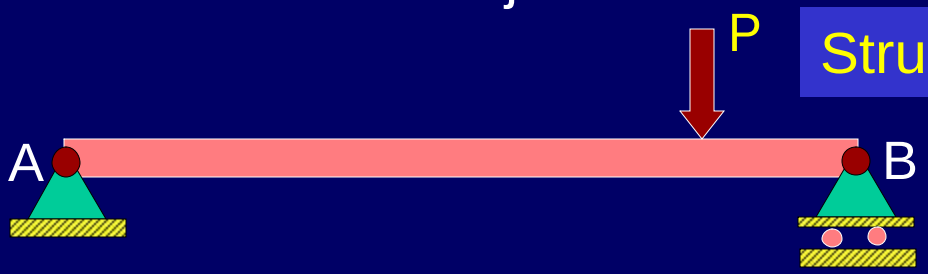




Pada tumpuan sendi timbul 2 reaksi: R_V dan R_H

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

Jika kemudian ditambahkan tumpuan rol di titik B,
maka: - translasi → tidak terjadi
- rotasi → tidak terjadi



Struktur menjadi stabil !!!

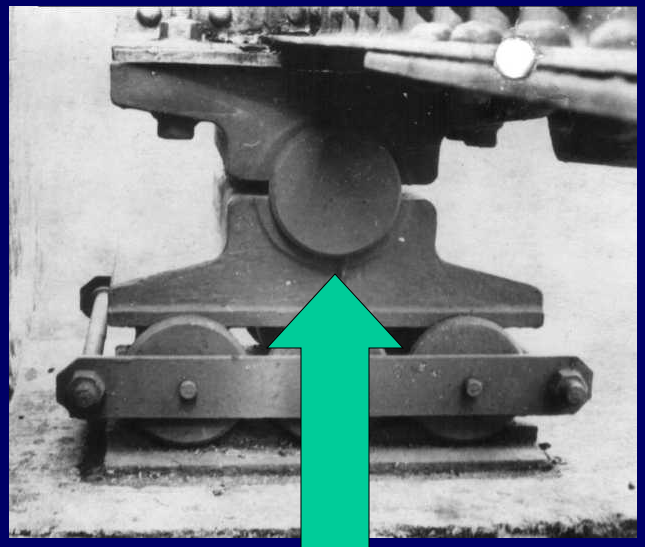
Catatan:

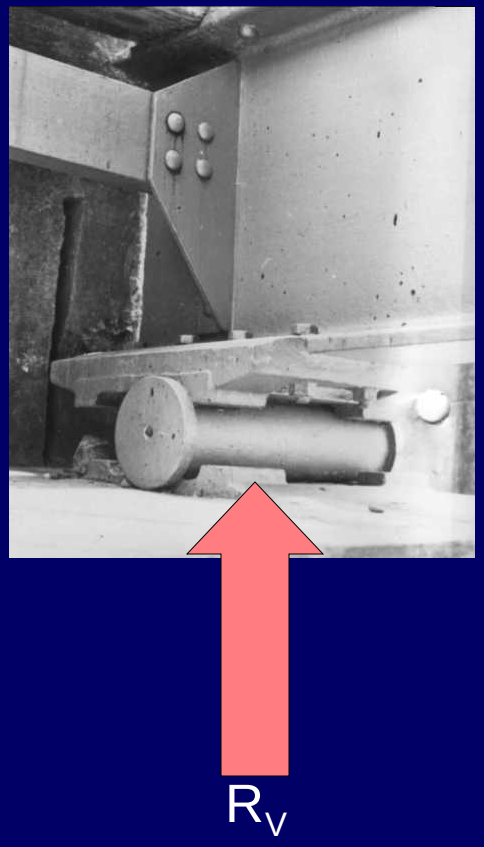
Sifat-sifat tumpuan rol (dg bidang gelincir horisontal):

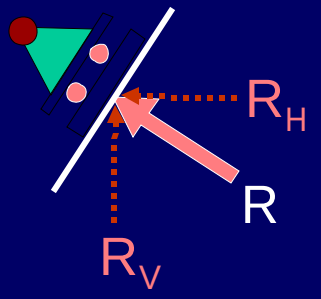
- Tidak bertlansasi (tidak bergeser) dalam arah y
  → mampu menahan reaksi arah y (vertikal) → R_Y
- Dapat bertlansasi (bergeser) dalam arah x
  → tidak menahan reaksi arah x (horisontal) → $R_X = 0$
- Dapat berputar (berotasi)
  → tidak dapat menahan momen, jadi di tempat tsb. $M_B = 0$
- Pada tumpuan sendi timbul satu reaksi: R_Y

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

Contoh tumpuan rol:



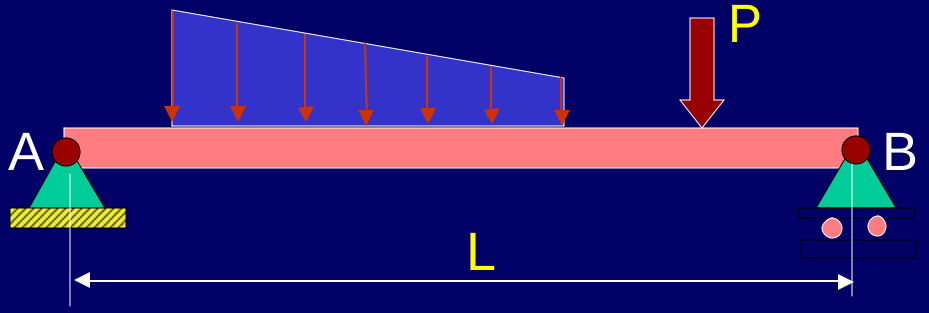




Pada tumpuan rol timbul 1 reaksi dengan arah tegak lurus pada bidang gelincirnya, dan dapat di-uraikan menjadi: R_V dan R_H

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

Balok sederhana (simple beam) adalah sebuah batang yang ditumpu pada kedua ujungnya masing-masing dengan sebuah sendi dan sebuah rol.



Akibat beban yang bekerja pada balok sederhana akan timbul reaksi tumpuan:

- 2 reaksi pada tumpuan sendi: R_{AX} dan R_{AY}
- 1 reaksi pada tumpuan rol: R_{BY}

Jadi pada sistim ini terdapat 3 (tiga) *unknown* (variabel tak diketahui)!

Dalam persyaratan keseimbangan statik, tersedia 3 persamaan:

$\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $\Sigma M_z = 0$

Jadi: Balok sederhana termasuk sistim statis tertentu dan reaksi-reaksinya dapat dihitung dengan menggunakan 3 persamaan keseimbangan tsb.

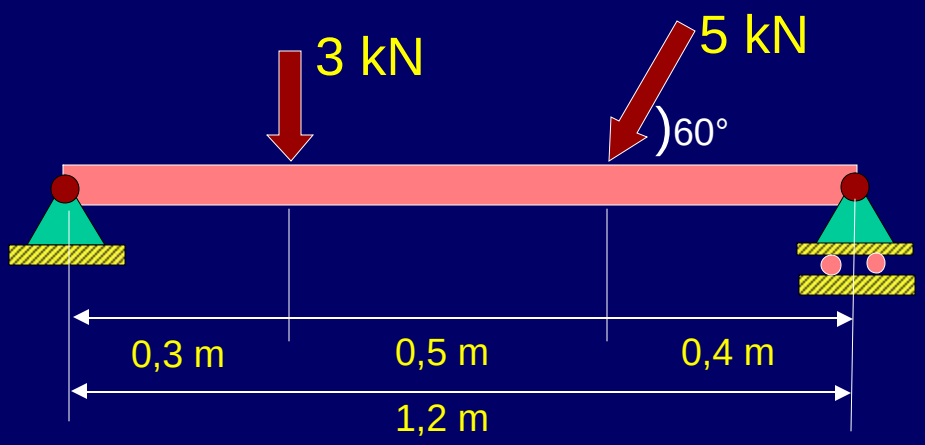
BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

MENGHITUNG REAKSI TUMPUAN

Tiga persamaan keseimbangan statik tsb dapat digunakan untuk menghitung reaksi-reaksi tumpuan, selama struktur tersebut termasuk sistim statis tertentu.

Pada umumnya penghitungan reaksi-reaksi tumpuan pada suatu struktur diperlukan dan harus dilakukan sebelum menghitung gaya-gaya dalam dan deformasi struktur.

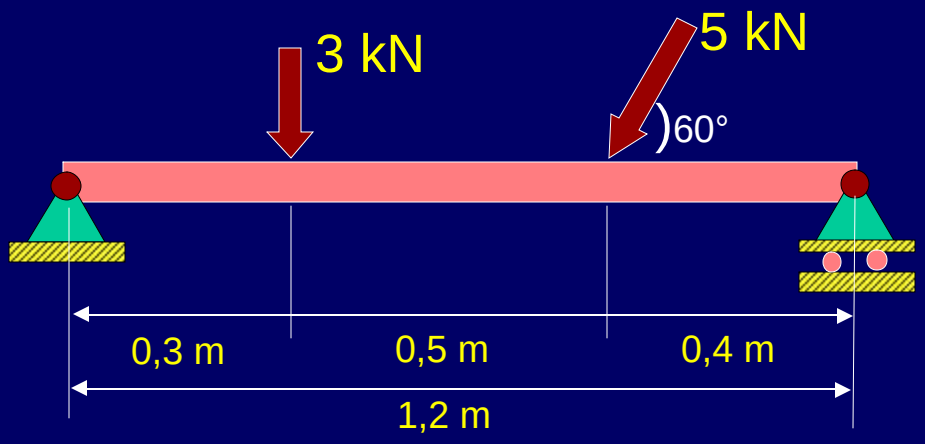
Contoh:

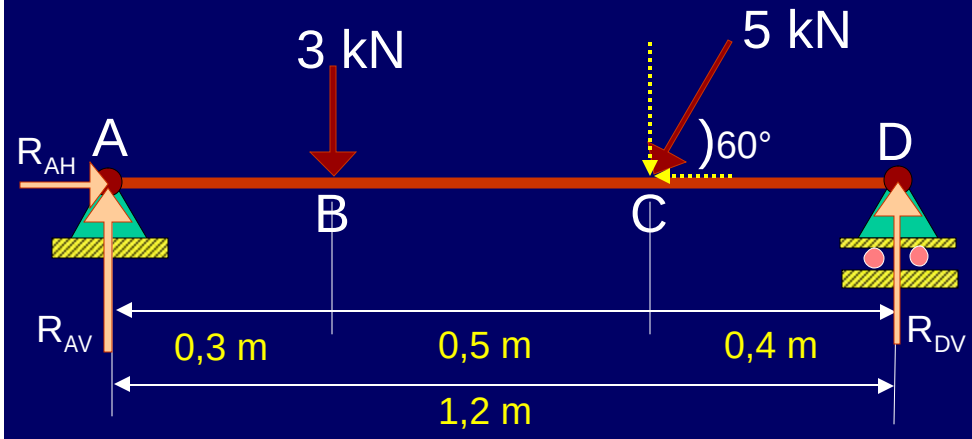


BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

MENGHITUNG REAKSI TUMPUAN

Sistim struktur dan reaksi tumpuan:





Mula-mula ditentukan jenis-jenis reaksi yang akan terjadi pada masing-masing tumpuan:

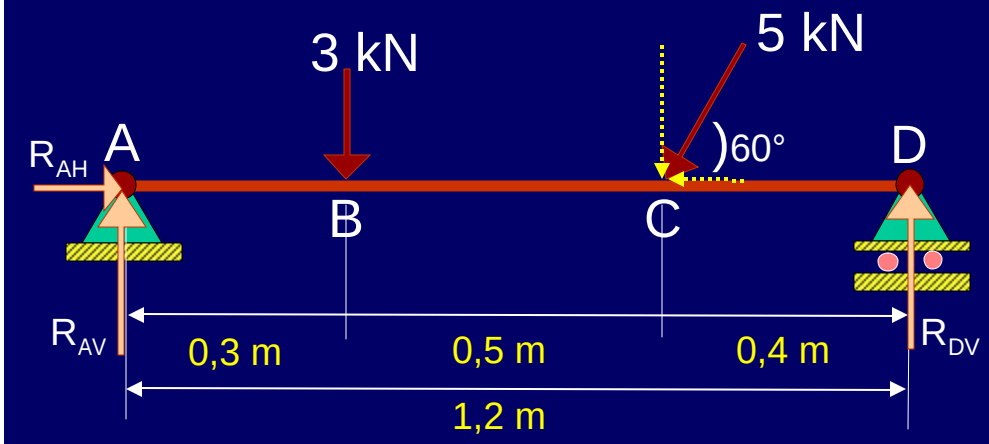
Pada titik A → tumpuan sendi: terdapat 2 reaksi → R_{AV} & R_{AH}

Pada titik D → tumpuan rol: terdapat 1 reaksi → R_{DV}

Arah dari masing-masing reaksi tumpuan diasumsikan lebih dahulu, misal spt pd gbr.

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

MENGHITUNG REAKSI TUMPUAN



Beban P_C = 5 kN membentuk sudut 60°, diuraikan terlebih dahulu menjadi komponen vertikal & horisontalnya →

$P_{CH} = 5 \cdot \cos 60° = 2{,}5$ kN ←

$P_{CV} = 5 \cdot \sin 60° = 4{,}33$ kN ↓

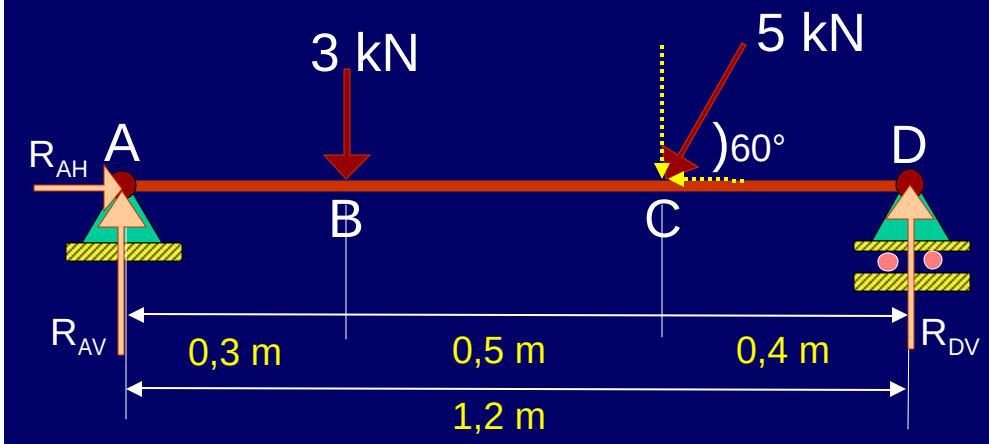
Karena satu-satunya tumpuan pada batang tersebut yg dapat menahan gaya horisontal hanya tumpuan sendi di A, maka beban horisontal P_{CH} = 2,5 kN akan ditumpu oleh sendi A.

Dari Persm. $\Sigma F_X = 0$ → $R_{AH} - P_{CH} = 0$ → $R_{AH} - 2{,}5 = 0$

Jadi: $R_{AH} = 2{,}5$ kN ← hasil hitungan positif, berarti asumsi arah reaksi pd gambar di atas sdh benar.

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

MENGHITUNG REAKSI TUMPUAN



Untuk menghitung R_{AV} dan R_{DV} digunakan $\Sigma M_Z = 0$. Sebaiknya digunakan $\Sigma M_Z = 0$ dg mengacu pada ttk A atau D, sehingga salah satu reaksi tsb tereliminasi.

Misalnya digunakan momen thd ttk D: $\Sigma M_{Z,D} = 0$, sehingga

$R_{AV} \times 1{,}2 - 3 \times 0{,}9 - 4{,}33 \times 0{,}4 = 0 \rightarrow \underline{R_{AV} = 3{,}70 \text{ kN}}$

→ hasil hitungan positif, berarti asumsi arah reaksi pd gambar di atas sdh benar.

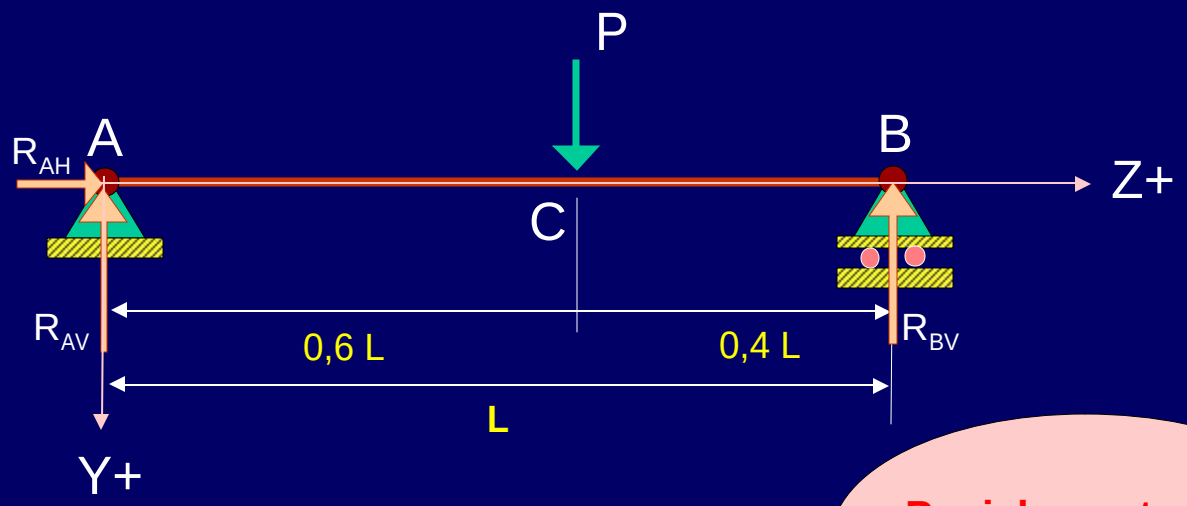
Selanjutnya R_{DV} dapat dicari dengan $\Sigma F_y = 0$ atau dg $\Sigma M_{Z,A} = 0$

$\Sigma F_y = 0 \rightarrow R_{AV} - 3 - 4{,}33 + R_{DV} = 0 \rightarrow \underline{R_{DV} = 3{,}63 \text{ kN}}$

→ hasil hitungan positif, berarti asumsi arah reaksi pd gambar di atas sdh benar.

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

Hitung reaksi-reaksi tumpuan

Hitung dan gambarkan gaya-gaya dalamnya:

- NFD = Normal Force Diagram
- SFD = Shear Force Diagram
- BMD = Bending Momen Diagram

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

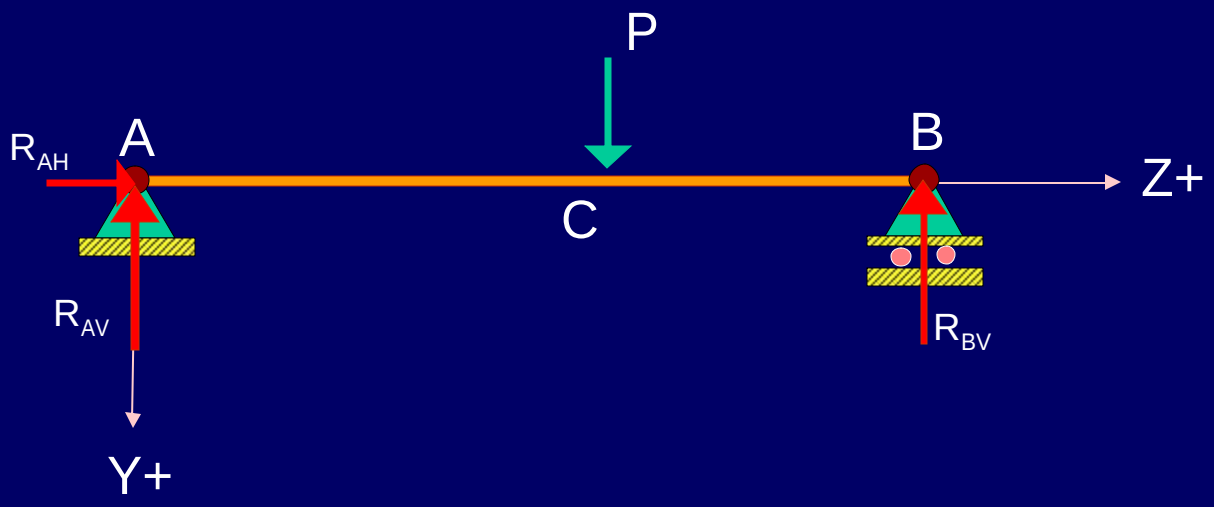
1. BEBAN TERPUSAT

1.1 Hitungan reaksi-reaksi tumpuan

Tumpuan A → sendi → terdapat 2 reaksi: R_{AV} & R_{AH}
Tumpuan B → rol → terdapat 1 reaksi: R_{BV}

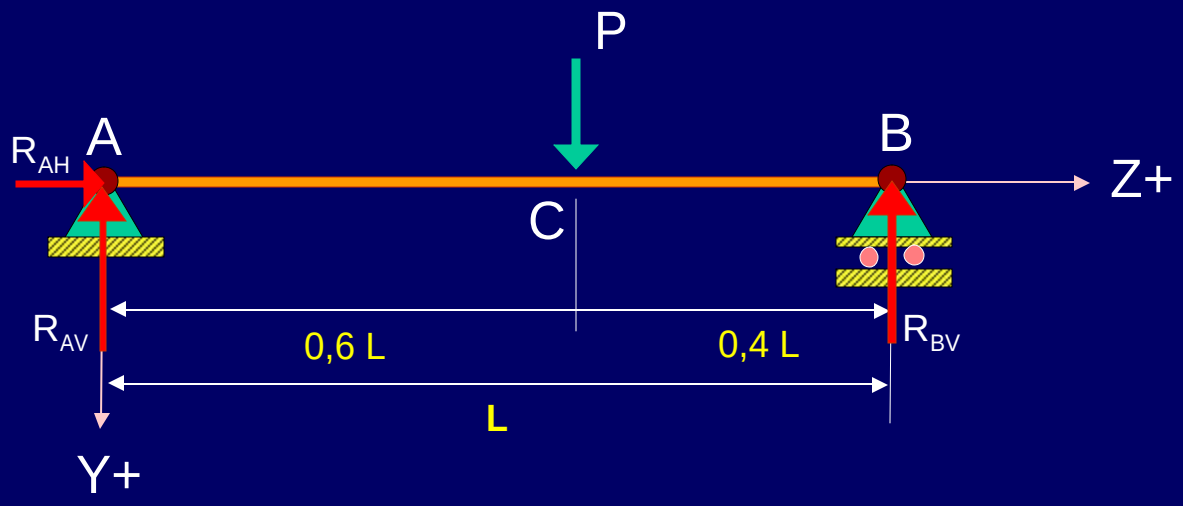
→ 3 unknown,
↓
Str. Statis Tertentu!

Arah reaksi-reaksi diasumsikan seperti pd gbr berikut ini.



BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT



$\Sigma F_H = 0 \rightarrow R_{AH} + 0 = 0 \rightarrow R_{AH} = 0$

$\Sigma M_B = 0 \rightarrow R_{AV} \cdot L + R_{AH} \cdot 0 - P \cdot 0{,}4 \cdot L + R_{BV} \cdot 0 = 0 \rightarrow R_{AV} = 0{,}4\ P$

Hasil bernilai positif → asumsi arah reaksi sudah benar!

$\Sigma M_A = 0 \rightarrow R_{AV} \cdot 0 + R_{AH} \cdot 0 + P \cdot 0{,}6 \cdot L - R_{BV} \cdot L = 0 \rightarrow R_{BV} = 0{,}6\ P$

Hasil bernilai positif → asumsi arah reaksi sudah benar!

Cek: $\Sigma F_H = 0 \rightarrow P - R_{AV} - R_{BV} = P - 0{,}4P - 0{,}6P = 0 \rightarrow$ OK

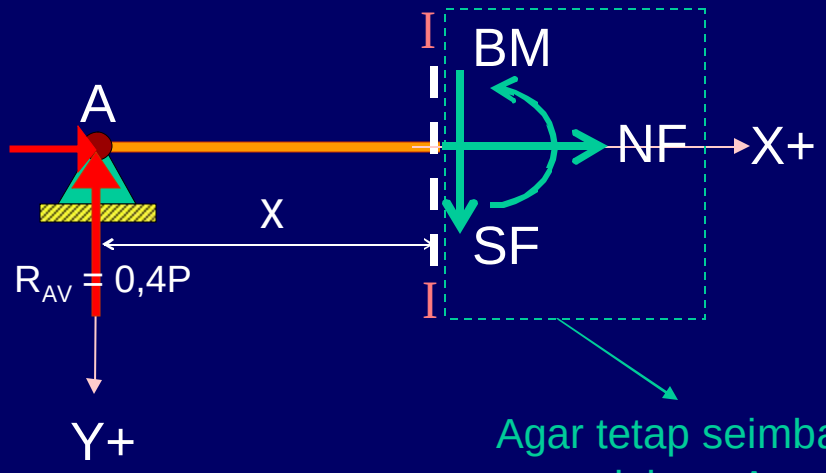
BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT

1.1 Hitungan gaya-gaya dalam: NF, SF, BM

Pada sistim struktur tsb tidak ada komponen beban aksial (normal) → sehingga tidak ada gaya normal → NF = 0, untuk seluruh panjang balok.

Ditinjau sebuah penampang pada potongan I-I di sebelah kiri beban P berjarak x dari A:

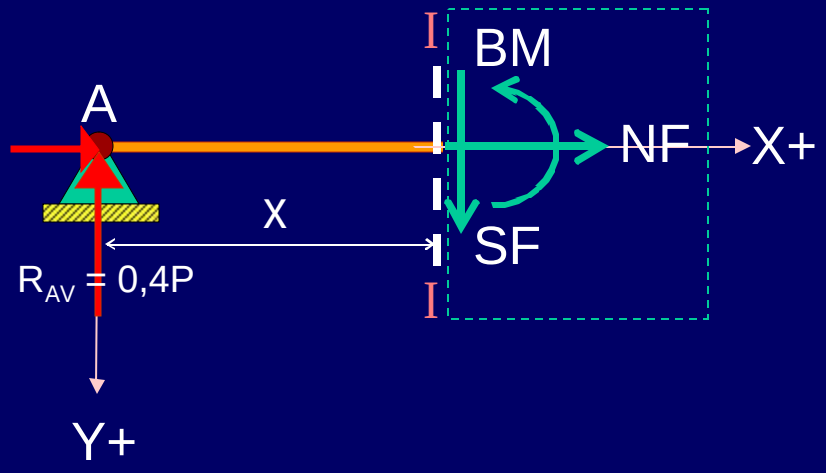


Ditinjau bag. struktur di seb. kiri pot. I-I → dibuat Diagram benda bebas (*Free Body Diagram* , FBD)
Syarat: Bag.Struktur tetap dlm keadaan seimbang statik

Agar tetap seimbang, maka pd pot. Harus ada gaya-gaya dalam. Asumsi: nilainya positif (+).

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT



$\Sigma F_H = 0 \rightarrow NF_I = 0$

$\Sigma F_V = 0 \rightarrow SF_I - R_{AV} = 0$

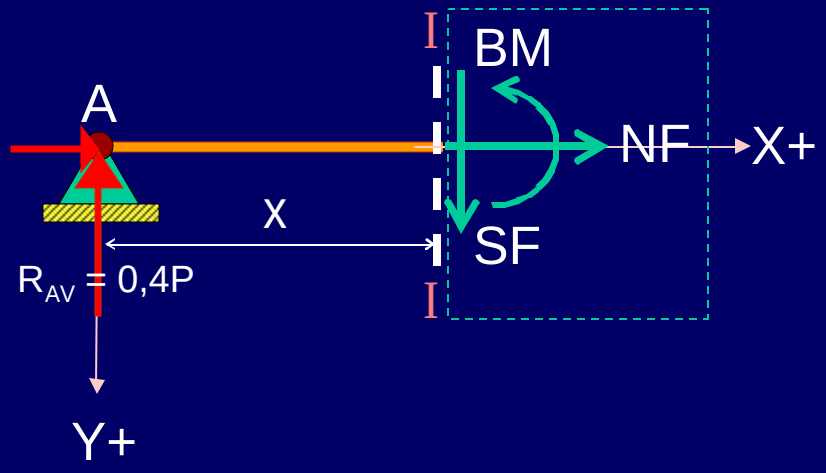
$SF_I - 0{,}4.P = 0 \rightarrow SF_I = +\,0{,}4.P$ (Positif)

$\Sigma M = 0 \rightarrow BM_I - R_{AV} \,.\, x = 0$

$BM_I - (0{,}4.P) \,.\, x = 0 \rightarrow BM_I = +\,0{,}4.P.x$ (Positif)

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT

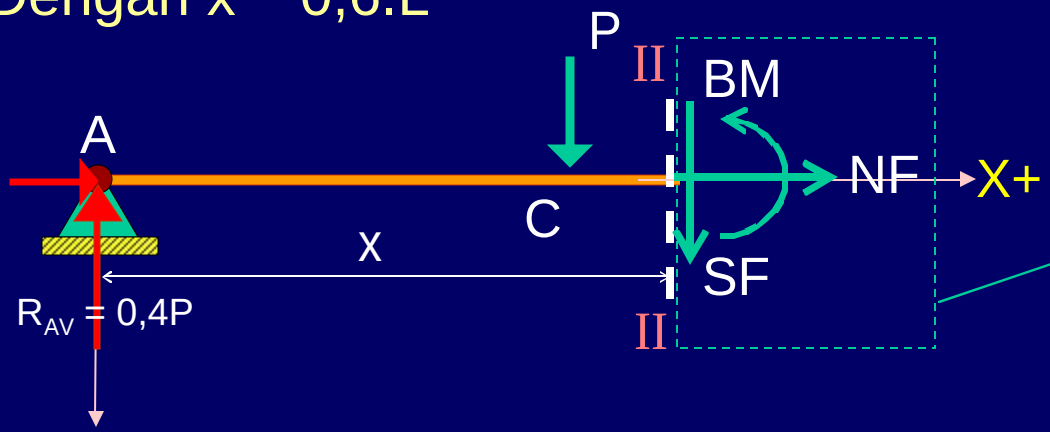


Posisi →	x = 0 (titik A)	x = 0,6.L (tepat di seb kiri beban P)	umum, sembrg.x	Ket.
Gaya dalam:				
NF	$NF_A = 0$	$NF_{C,ki} = 0$	$NF_x = 0$	Nol
SF	$SF_A = + 0,4\ P$	$SF_{C,ki} = + 0,4P$	$SF_x = + 0,4P$	Konstan +0,4P
BM	$BM_A = 0$	$BM_{C,ki} = + 0,24.PL$	$BM_x = + 0,4P.x$	Pos., linier dlm x

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT

Ditinjau potongan II-II di sebelah kanan beban P berjarak x dari A:
Dengan x 0,6.L



Agar tetap seimbang, maka pd pot. harus ada gaya-gaya dalam.
Asumsi: nilainya positif (+).

$\Sigma F_H = 0 \rightarrow NF_{II} = 0$

dg.: 0,6 x L

$\Sigma F_V = 0 \rightarrow SF_{II} - R_{AV} + P = 0$

$SF_{II} - 0,4.P + P = 0 \rightarrow SF_{II} = -0,6.P$ (Negatif)

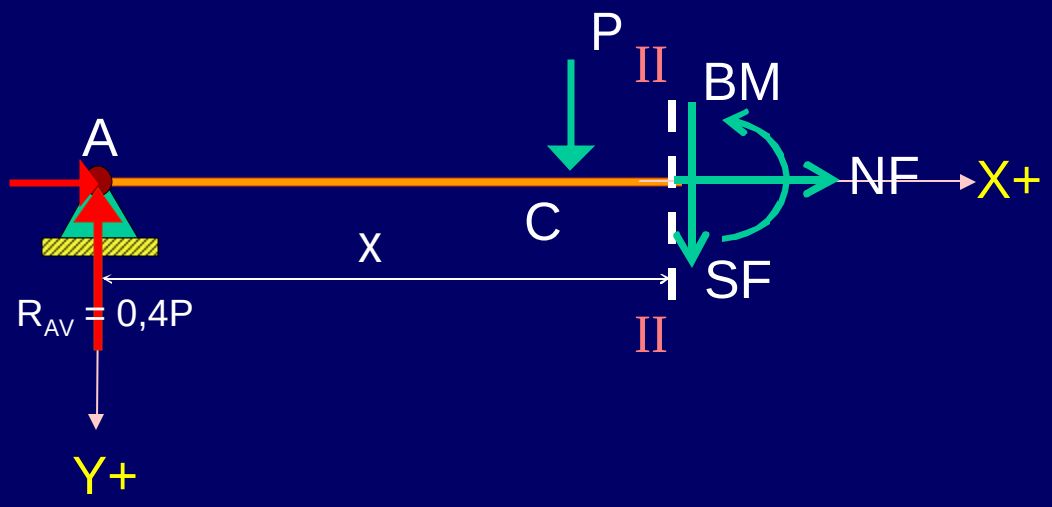
$\Sigma M = 0 \rightarrow BM_{II} - R_{AV} . x + P.(x - 0,6L) = 0$

$BM_{II} - (0,4.P).x + P.x - 0,6.P.L = 0$

$\rightarrow BM_{II} = +0,6.P(L-x)$ (Pos.)

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT



Posisi →	x = 0,6L (C_{ka}) (tepat di seb kanan beban P)	x = L (ttk B)	umum, sembrg.x	Ket.
Gaya dalam:				
NF	$NF_{C,ka} = 0$	$NF_B = 0$	$NF_x = 0$	Nol
SF	$SF_{C,ka} = -0,6.P$	$SF_B = -0,6.P$	$SF_x = -0,6.P$	Konstan -0,6P
BM	$BM_{C,ka} = +0,24.PL$	$BM_B = 0$	$BM_x = +0,6P.(L-x)$	Pos., linier dlm x

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT

GAMBAR DIAGRAM GAYA_GAYA DALAM

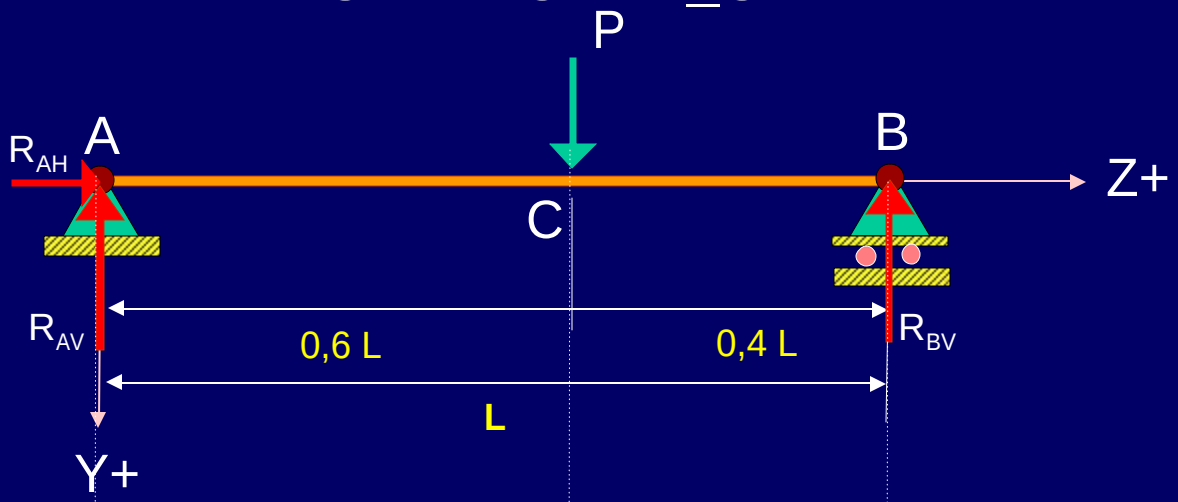
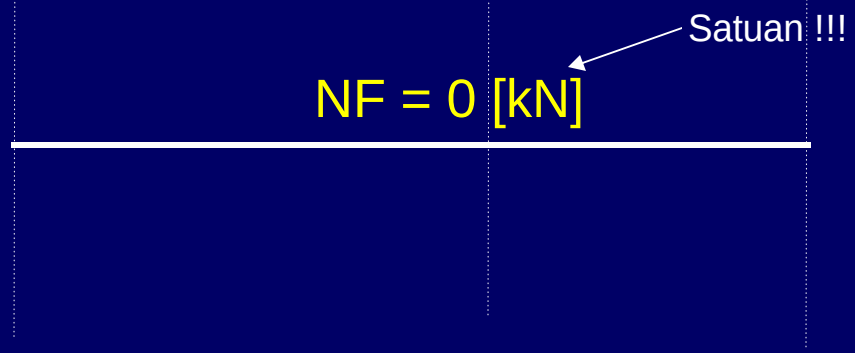


DIAGRAM GAYA NORMAL (NORMAL FORCE DIAGRAM, NFD)



BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT

GAMBAR DIAGRAM GAYA_GAYA DALAM

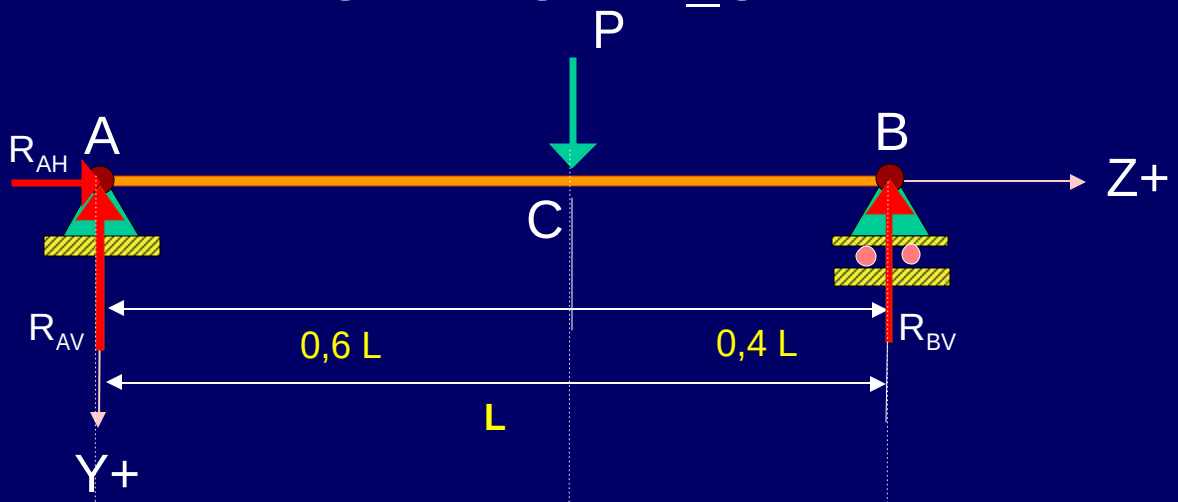
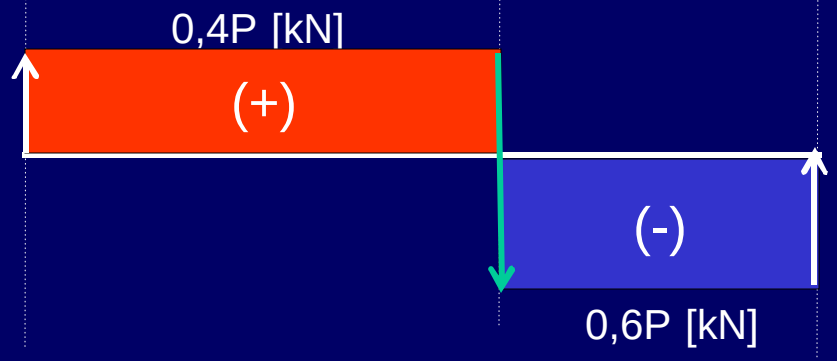


DIAGRAM GAYA GESER (SHEAR FORCE DIAGRAM, SFD)



BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

1. BEBAN TERPUSAT

GAMBAR DIAGRAM GAYA_GAYA DALAM

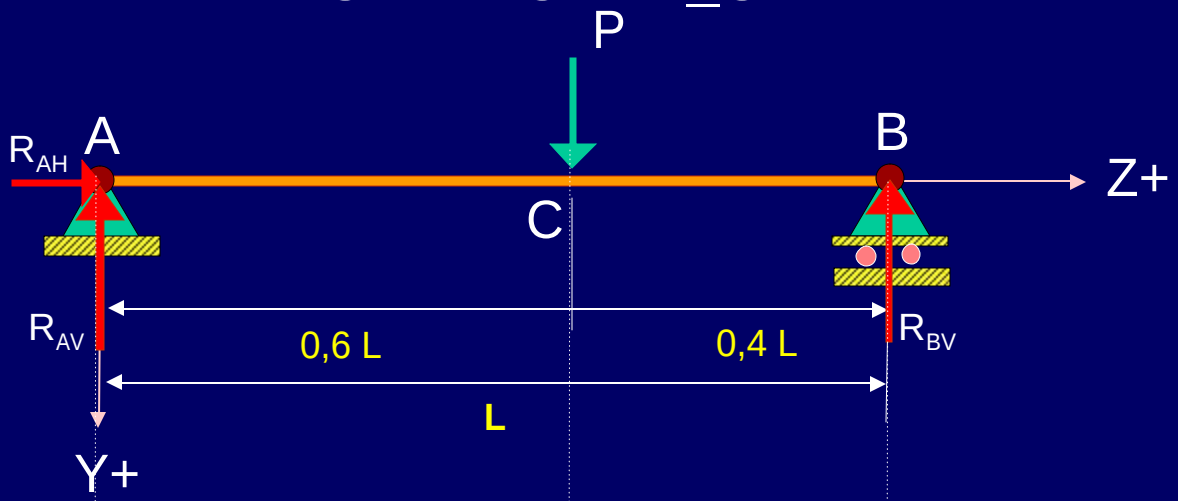
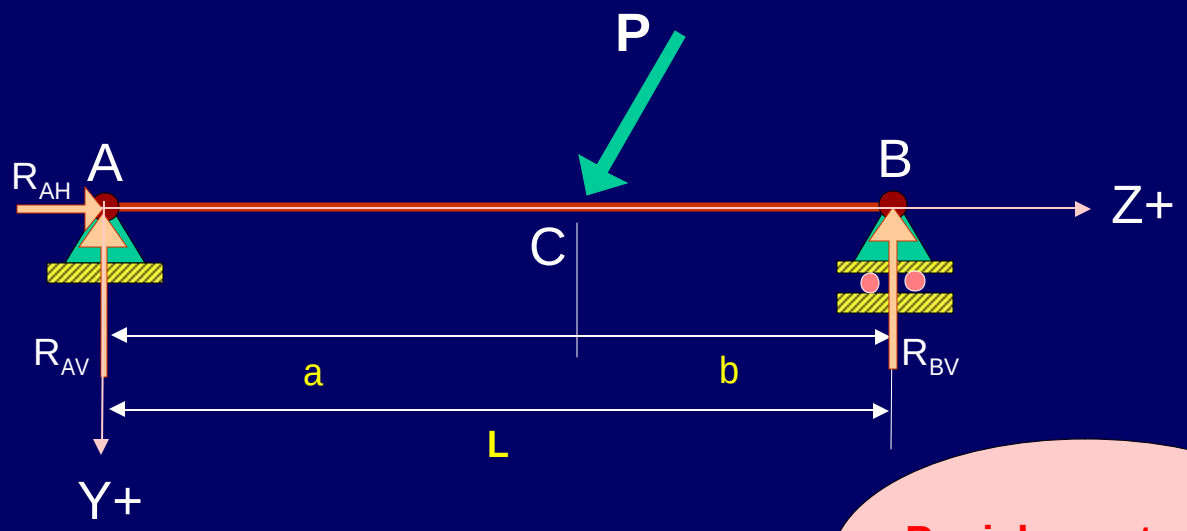


DIAGRAM MOMEN LENTUR (BENDING MOMEN, BMD)

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

2. BEBAN TERPUSAT



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

Hitung reaksi-reaksi tumpuan

Hitung dan gambarkan gaya-gaya dalamnya:

- NFD = Normal Force Diagram
- SFD = Shear Force Diagram
- BMD = Bending Momen Diagram

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

PR / TUGAS II

Dikumpulkan: Selasa, 19 Sep. 2006

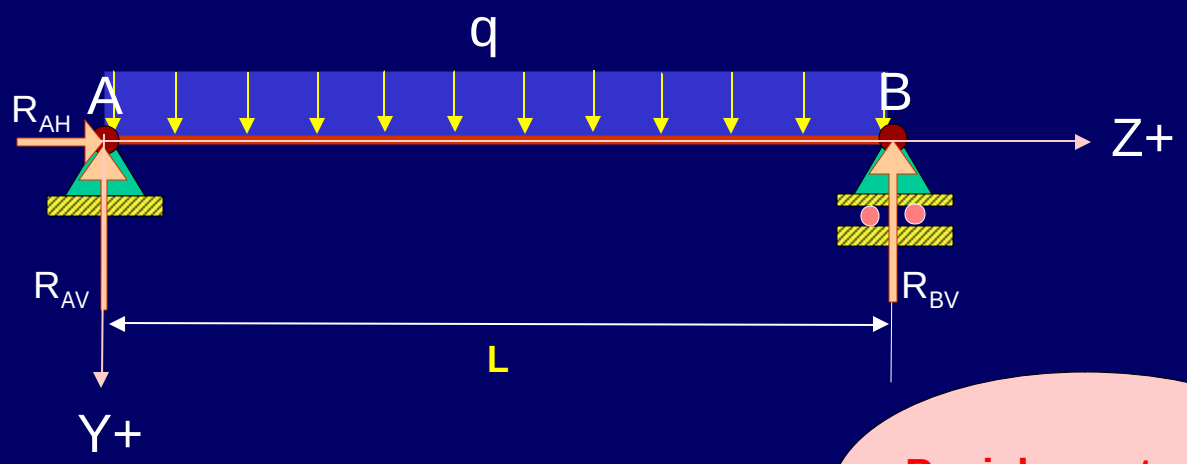
Kerjakan Soal P.3.2 dalam Buku
Structural and Stress Analysis (H.G. Megson)
Halaman 64.
Hitung Reaksi Tumpuan & Gaya-gaya dalam,
Gambarkan NFD, SFD dan BMD

KUIS / TES I

Tentang: BALOK SEDERHANA (Open Book)
Selasa, 19 Sep. 2006
13:30 – 14:45 → Kuis / Tes
14:45 – 16:00 → Kuliah

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

3. BEBAN MERATA



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

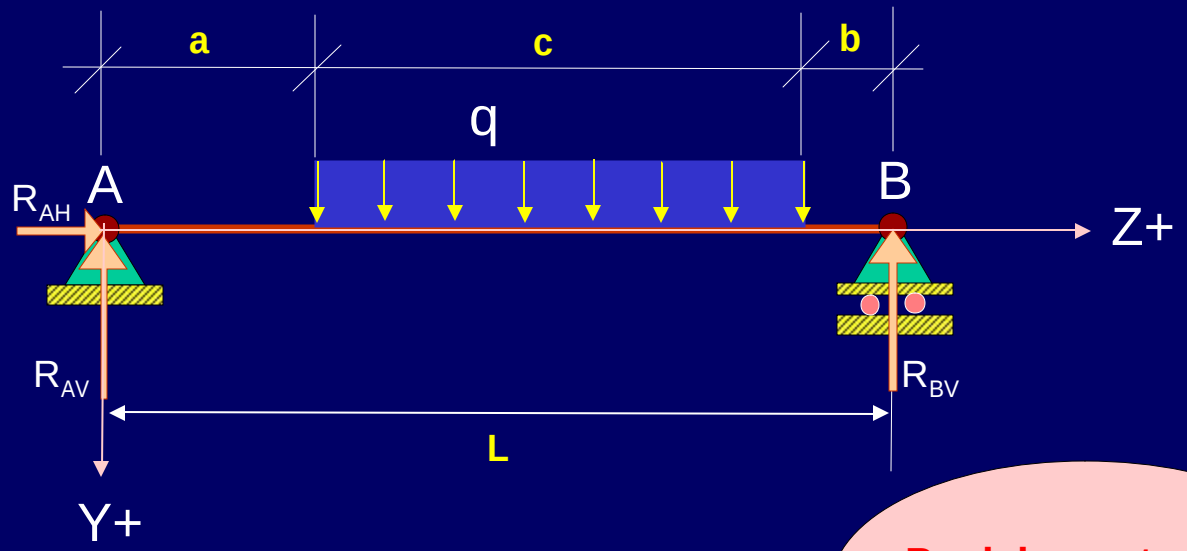
Hitung reaksi-reaksi tumpuan

Hitung dan gambarkan gaya-gaya dalamnya:

- NFD = Normal Force Diagram
- SFD = Shear Force Diagram
- BMD = Bending Momen Diagram

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

4. BEBAN MERATA



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

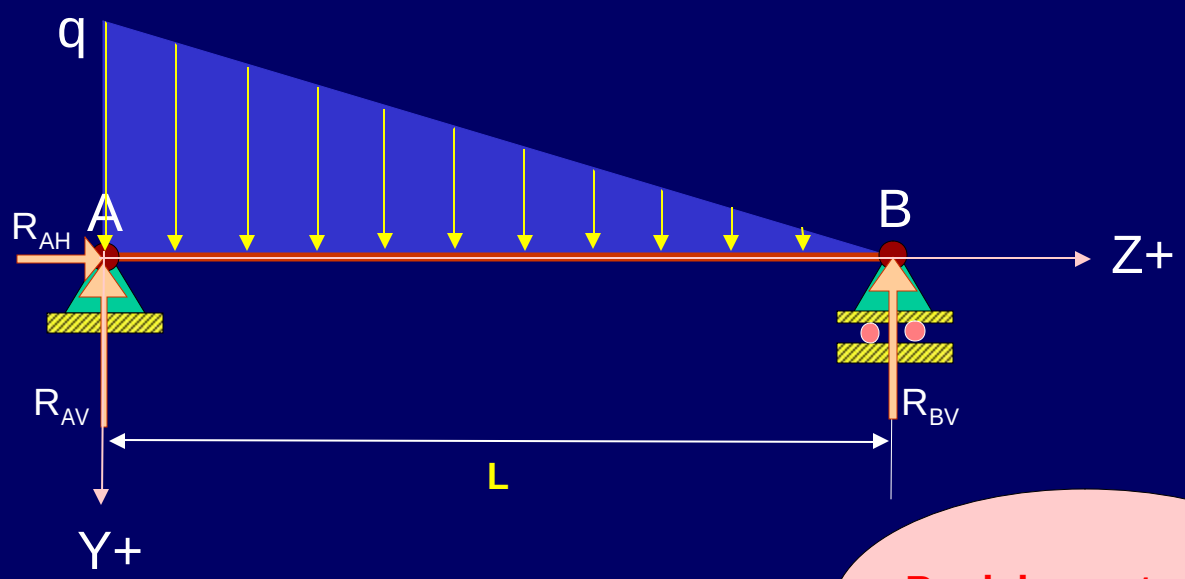
Hitung reaksi-reaksi tumpuan

Hitung dan gambarkan gaya-gaya dalamnya:

- NFD = Normal Force Diagram
- SFD = Shear Force Diagram
- BMD = Bending Momen Diagram

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

5. BEBAN SEGITIGA



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

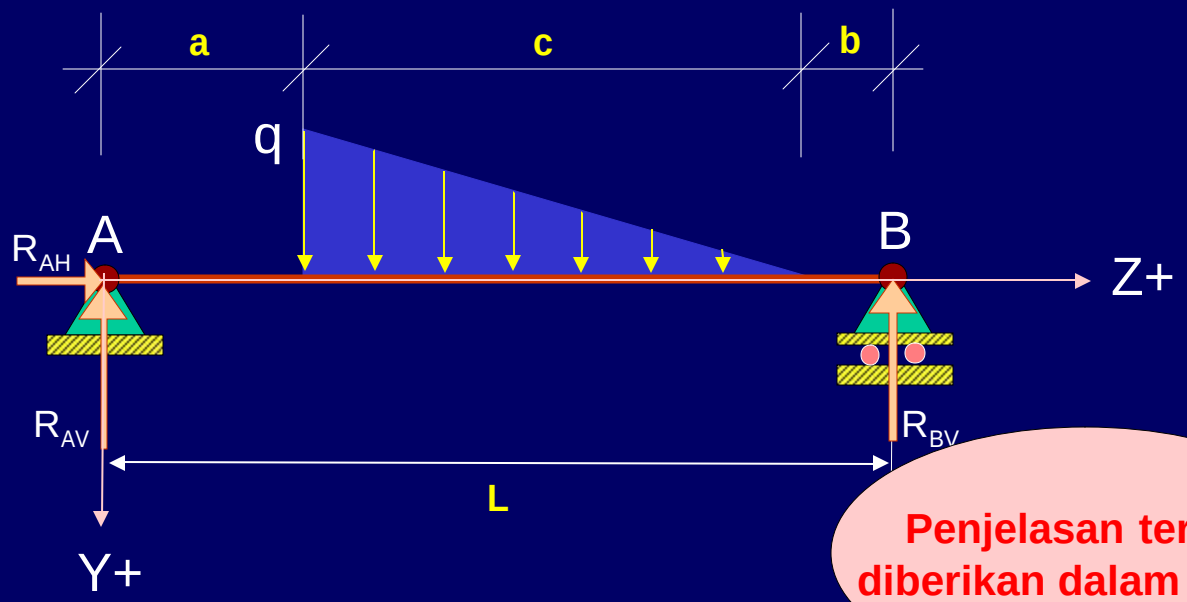
Hitung reaksi-reaksi tumpuan

Hitung dan gambarkan gaya-gaya dalamnya:

- NFD = Normal Force Diagram
- SFD = Shear Force Diagram
- BMD = Bending Momen Diagram

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

6. BEBAN SEGITIGA



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

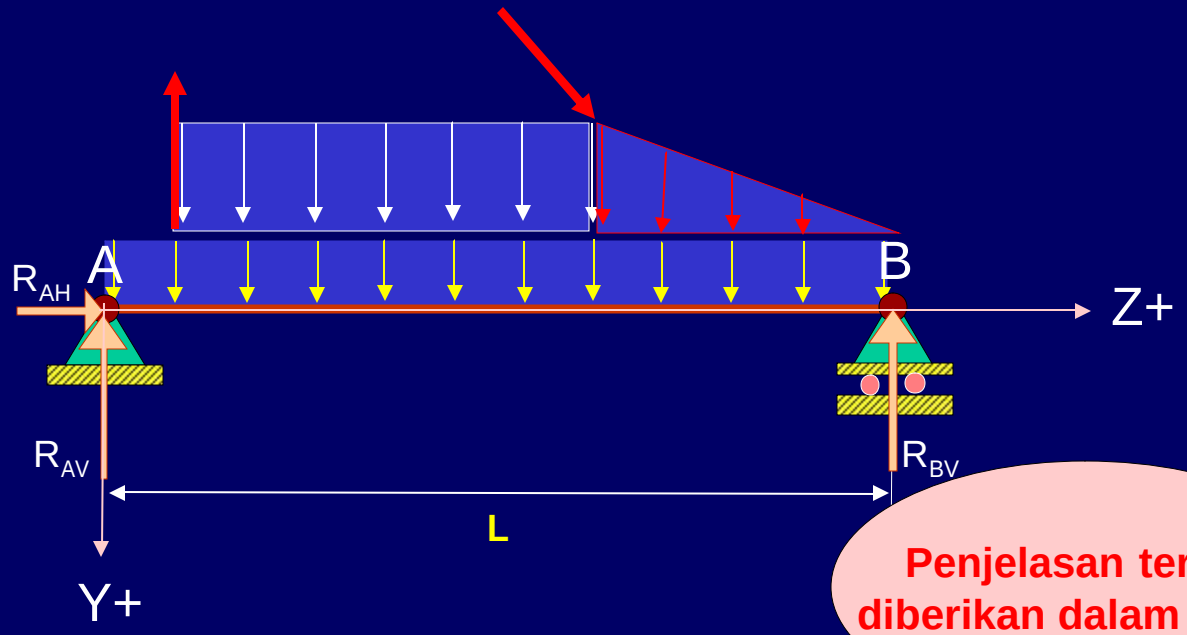
Hitung reaksi-reaksi tumpuan

Hitung dan gambarkan gaya-gaya dalamnya:

- NFD = Normal Force Diagram
- SFD = Shear Force Diagram
- BMD = Bending Momen Diagram

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

7. BEBAN KOMBINASI



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

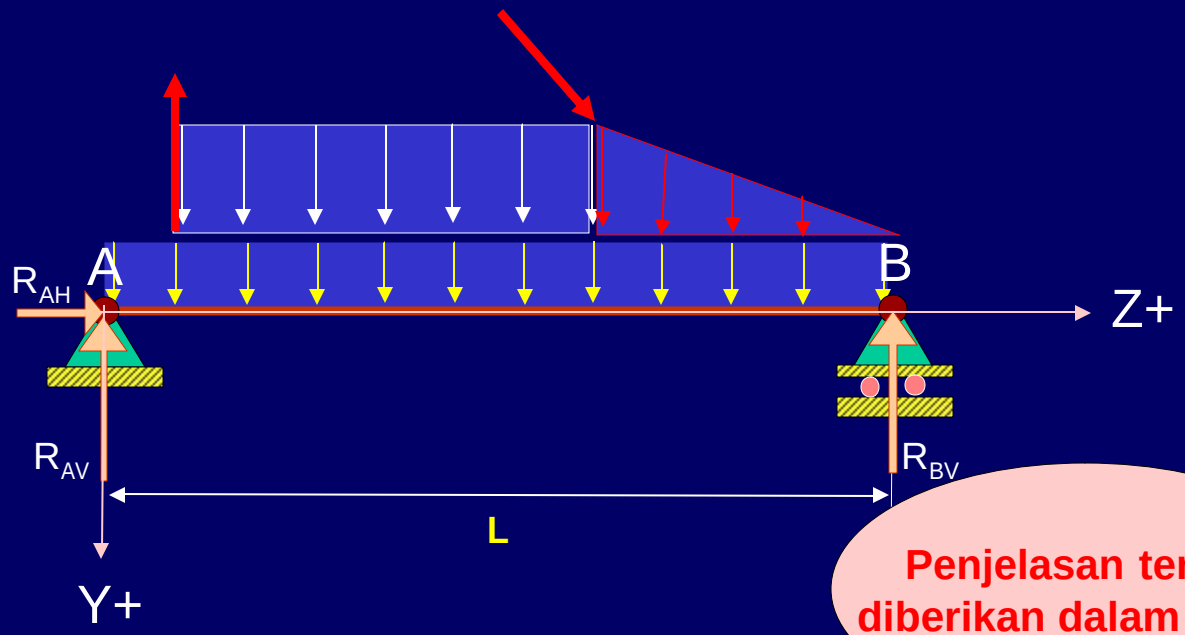
Hitung reaksi-reaksi tumpuan

Hitung dan gambarkan gaya-gaya dalamnya:

- NFD = Normal Force Diagram
- SFD = Shear Force Diagram
- BMD = Bending Momen Diagram

BALOK SEDERHANA (SIMPLE BEAM)

7. BEBAN KOMBINASI



Penjelasan terinci diberikan dalam kuliah

Cara Penyelesaian:

Struktur dapat dianalisis secara terpisah untuk tiap jenis beban, selanjutnya hasil akhir dapat diperoleh dg menjumlahkan efek dari masing2 beban tersebut (prinsip SUPERPOSISI).

STRUCTURAL ANALYSIS

THE NEWTON LAWS

The 1st NEWTON LAW

if $\Sigma F = 0$ → body at rest or
move with constant velocity

The 2nd NEWTON LAW

$F = m.a$ → body move with constant acceleration

The 3th NEWTON LAW

Action = - Reaction

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

STATIC

→ concerned with the study of bodies at rest or,
→ in other words, in equilibrium, under the action of a force System.

Actually, a moving body is in equilibrium if the forces acting on it are producing neither acceleration nor deceleration.

However, in structural analysis, structural members are generally at rest and therefore in a state of *statical equilibrium* .

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

FORCE

→ vector
→ specified by its magnitude, direction and position
(AB) (→) (A)

Notation: **F** (bold print, *cetak tebal*) or $\overline{F}$

Concurrent Forces: a system of forces in which its worklines intersect at one point

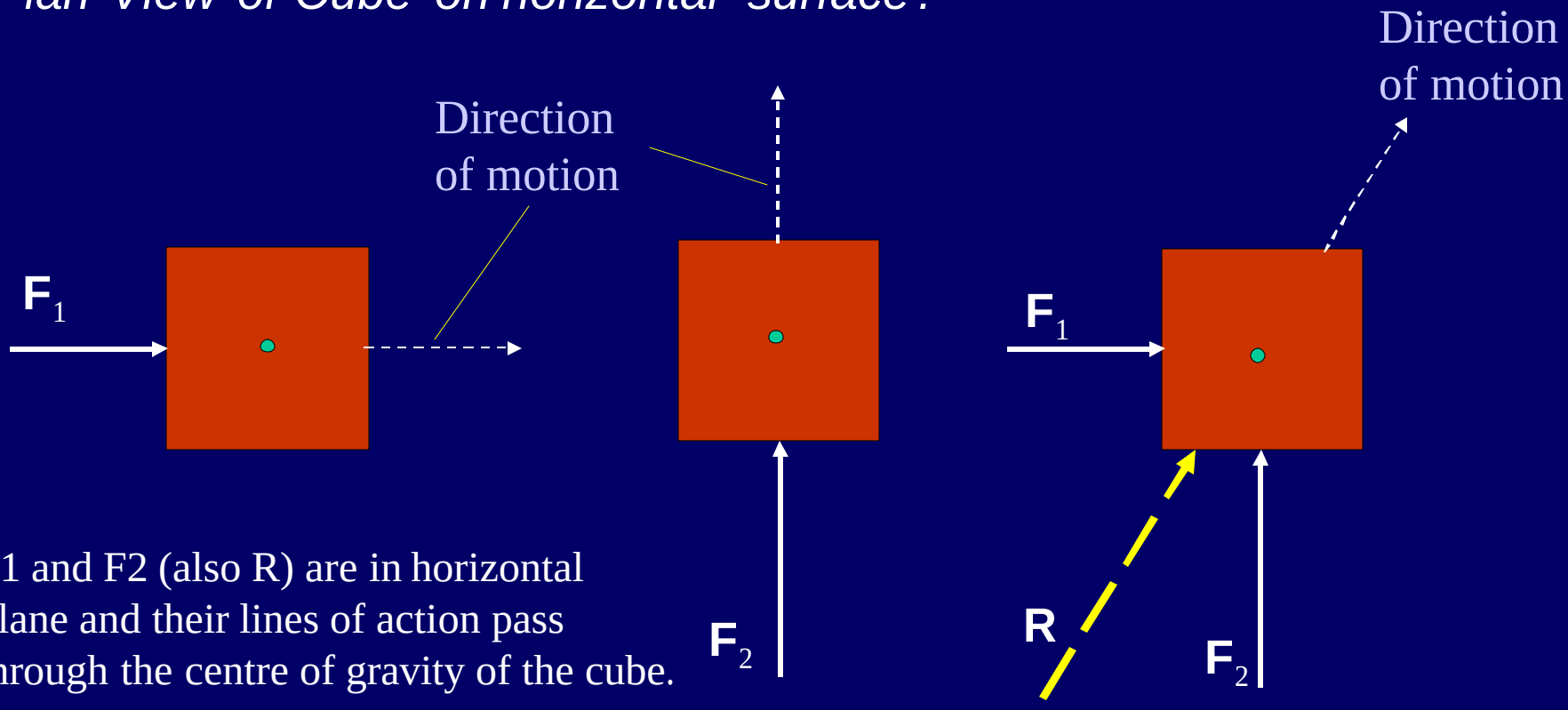
Coplanar forces: a system of forces work in a plane

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

FORCE

Plan View of Cube on horizontal surface :



F1 and F2 (also R) are in horizontal plane and their lines of action pass through the centre of gravity of the cube.

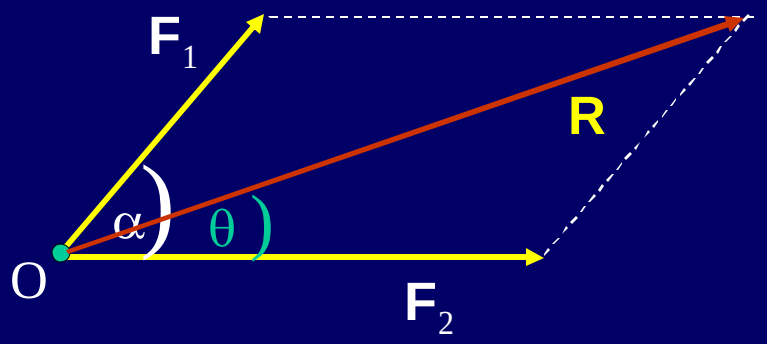
R is resultant of F_1 and F_2.

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

PARALLELOGRAM OF FORCE

$\mathbf{F}_1$ and $\mathbf{F}_2$ are concurrent and coplanar forces



R is resultant of $\mathbf{F}_1$ and F_2

in vector notation: $\mathbf{R} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$

Magnitude & direction of R can be obtained graphically or analytically.

Analytically:

$$\overline{R} = \sqrt{\overline{F}_1^2 + \overline{F}_2^2 + 2\overline{F}_1\,\overline{F}_2 \cos\alpha}$$

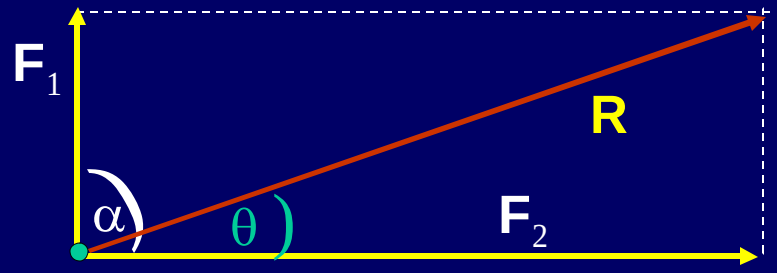
$$\theta = \arctan \frac{\overline{F}_1 \sin\alpha}{\overline{F}_2 + \overline{F}_1 \cos\alpha}$$

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

PARALLELOGRAM OF FORCE

Conversely: a force **R** can be replaced by two force $\mathbf{F}_1$ and $\mathbf{F}_2$. $\mathbf{F}_1$ and $\mathbf{F}_2$ may therefore be regarded as the components of R in the directions OA and OB.



Of the interest in structural analysis is the resolution of a force into two components at right angles to each other → $\alpha = 90°$

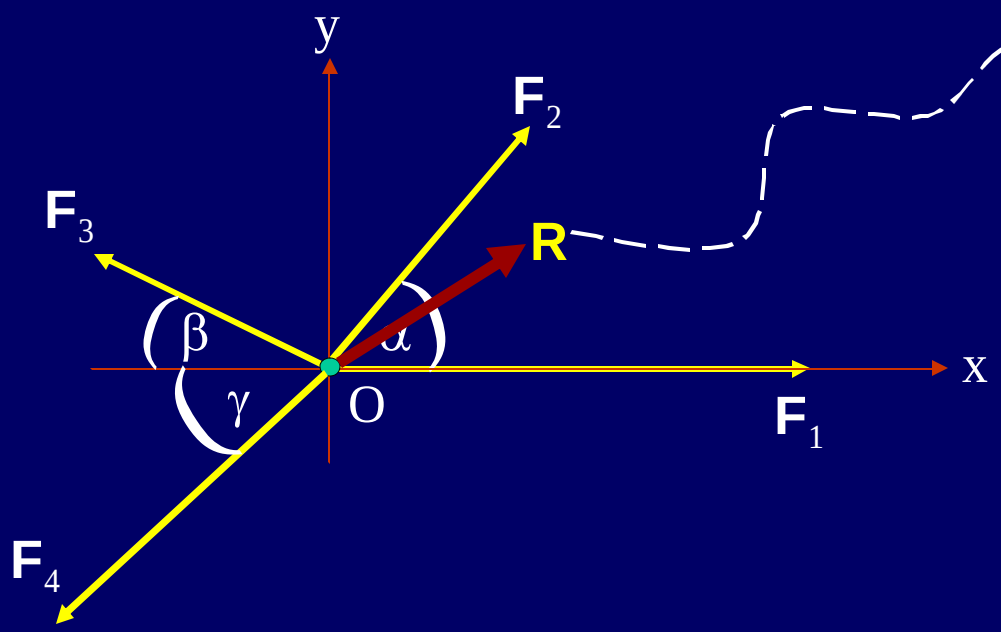
Then: $\mathbf{F}_1 = \mathbf{R} \sin \theta$ and $\mathbf{F}_2 = \mathbf{R} \cos \theta$

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

THE RESULTANT OF A SYSTEM OF CONCURRENT FORCES

F_1, F_2, F_3 and F_4 are concurrent and coplanar forces.



$\mathbf{R} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 + \mathbf{F}_4$

R is the resultant of $\mathbf{F}_1$, $\mathbf{F}_2$, $\mathbf{F}_3$ and $\mathbf{F}_4$.

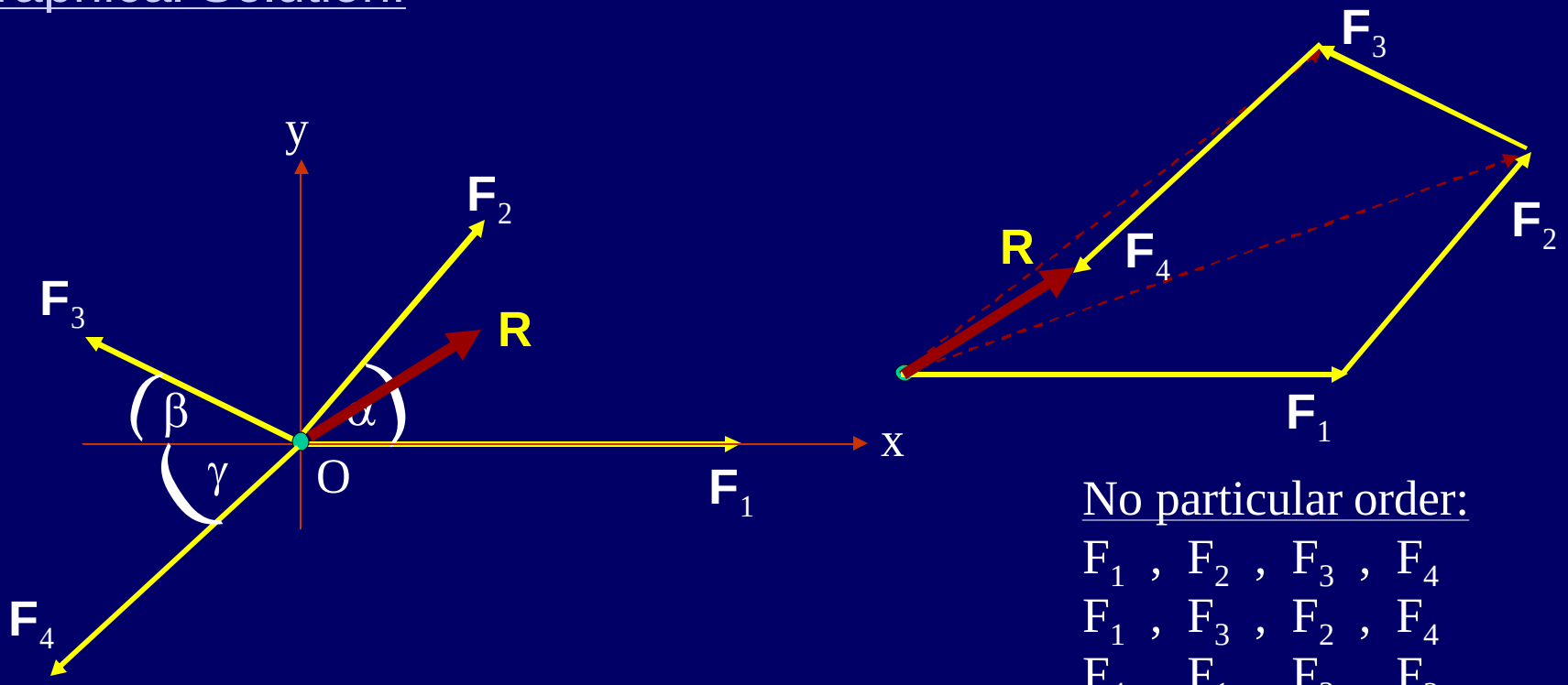
The value and direction of R may be found graphically or analytically.

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

THE RESULTANT OF A SYSTEM OF CONCURRENT FORCES

Graphical Solution:



No particular order:

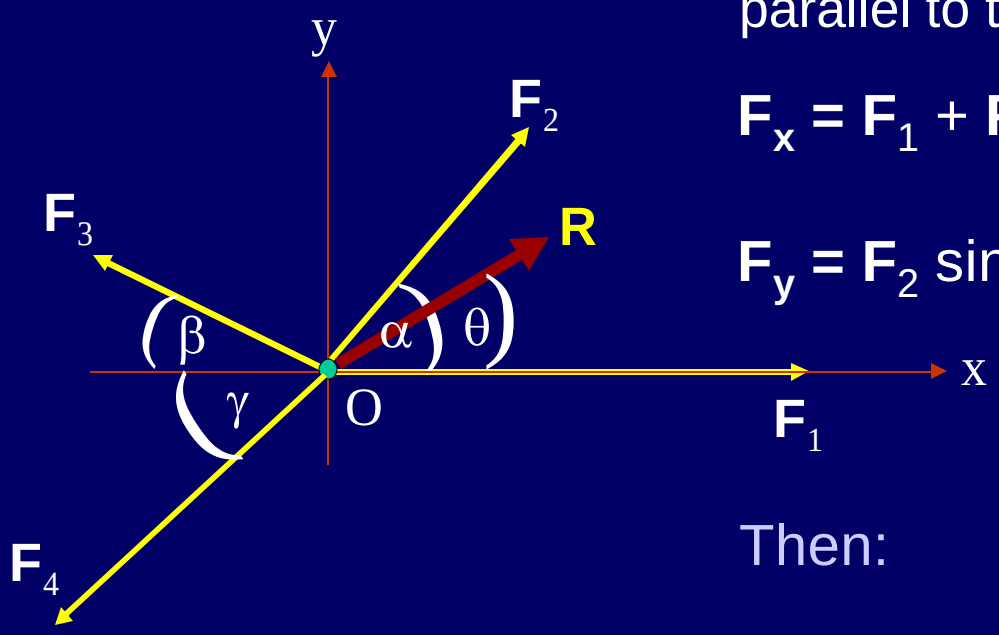
F_1 , F_2 , F_3 , F_4
F_1 , F_3 , F_2 , F_4
F_4 , F_1 , F_3 , F_2
Etc.

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

THE RESULTANT OF A SYSTEM OF CONCURRENT FORCES

Analytical Solution:



Each force is resolved into components parallel to the x and y directions.

$$F_x = F_1 + F_2 \cos\alpha - F_3 \cos\beta - F_4 \cos\gamma$$

$$F_y = F_2 \sin\alpha + F_3 \sin\beta - F_4 \sin\gamma$$

Then: $$R = \sqrt{(F_x^2 + F_y^2)}$$

$$\theta = \arctan (F_y / F_x)$$

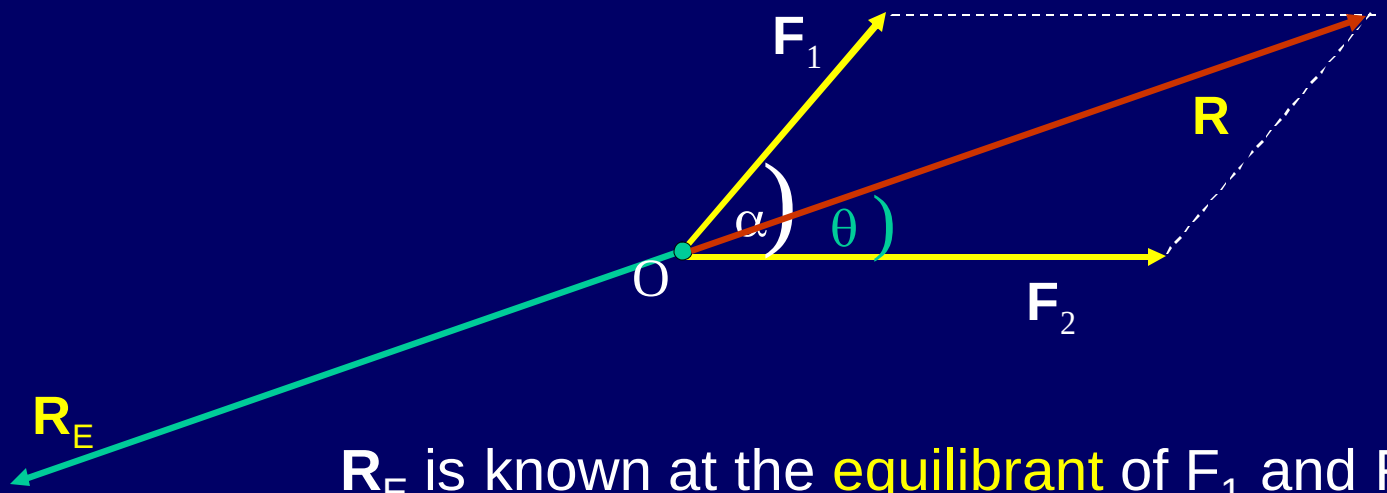
STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

EQUILIBRANT OF A SYSTEM OF CONCURRENT FORCES

The resultant **R** of the forces $\mathbf{F}_1$ and $\mathbf{F}_2$ represents the combined effect of F1 and F2 on the particle at O.

This effect may be eliminated by introducing a force $\mathbf{R}_E$ which is equal in magnitude but opposite in direction to **R** at O.



$\mathbf{R}_E$ is known at the equilibrant of F_1 and F_2.

The particle O will then be in equilibrium and remain stationary.

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

THE RESULTANT OF A SYSTEM OF NON-CONCURRENT FORCES

$\mathbf{F}_1$, $\mathbf{F}_2$, $\mathbf{F}_3$ and $\mathbf{F}_4$ are non-concurrent but coplanar forces.
Their points of action are not defined.

Graphical Solution:

See:

Megson: Structural and Stress Analysis pp. 17-18 !

Analtical Solution:

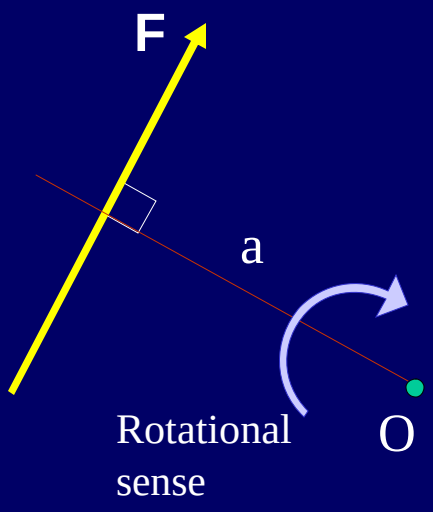
$$\mathbf{R} = \sqrt{(\mathbf{R}_x^2 + R_y^2)} \qquad \theta = \arctan (R_y / R_x)$$

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

MOMENT OF A FORCE

Moment (M) of a force **F** about a given point O is the product of the force and the perpendicular distance of its line of action from the point:



$$M = \mathbf{F} \cdot a$$

kN m

Unit: kN.m

with: a = lever arm
= moment arm

Moment is a vector:
- has magnitude and rotational direction
- product of vector and scalar

Additional discription during the lecture!

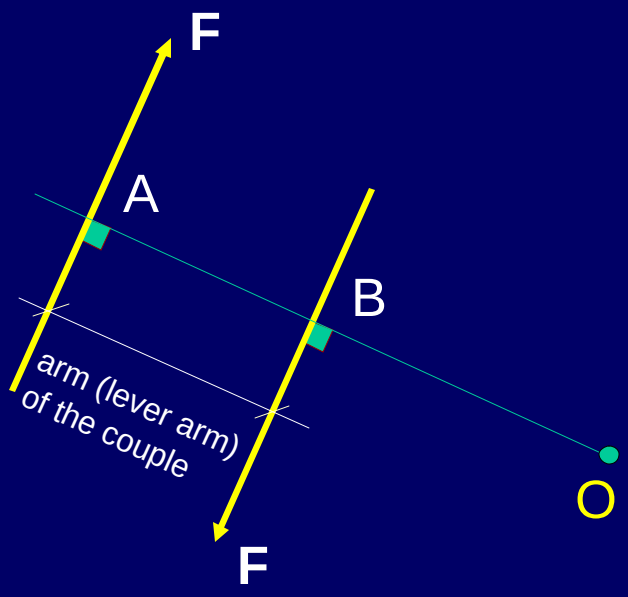
STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

COUPLES

(Pasangan Gaya, Momen Kopel)

F are two coplanar equal parallel forces, which act in opposite directions.



The sum of their moments about any point O in their plane:

$M_o = \mathbf{F} \times OA - \mathbf{F} \times OB$

$= \mathbf{F} \times (OA - OB)$

$= \mathbf{F} \times AB$

$M_o = \mathbf{F} \times AB$ independent from position of O

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

EQUIVALENT FORCE SYSTEMS

See:
Megson: Structural and Stress Analysis pp. 21-22 !

THE RESULTANT OF A SYSTEM OF PARALLEL FORCES

See:
Megson: Structural and Stress Analysis pp. 23-24 !

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

EQUILIBRIUM OF FORCE SYSTEMS

Sebuah benda akan berada dalam keadaan diam, yaitu dalam keadaan seimbang statik, jika resultan gaya-gaya yang bekerja pada benda itu sama dengan nol.

Hal ini berarti:
jika benda tidak berpindah dalam arah tertentu (misal arah x), maka resultan gaya-gaya dalam arah x tersebut sama dengan nol.

Jadi:
Sebuah benda akan berada dalam kadaan seimbang (tidak berpindah tempat) jika resultan (jumlah) gaya-gaya dalam arah x dan dalam arah y masing-masing sama dengan nol:

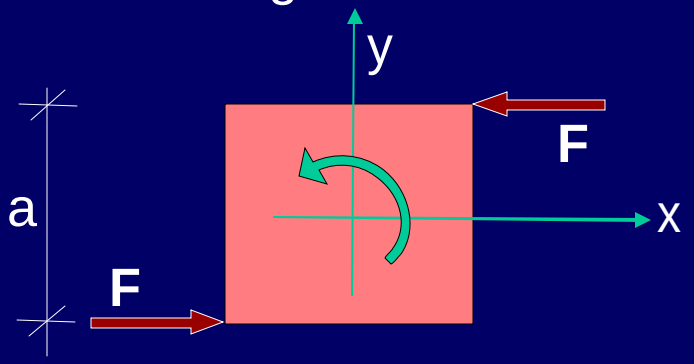
$\Sigma F_x = 0$ dan $\Sigma F_y = 0$

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

EQUILIBRIUM OF FORCE SYSTEMS

Namun demikian, persyaratan $\Sigma F_x = 0$ dan $\Sigma F_y = 0$ belum menjamin keseimbangan benda tersebut terhadap gaya2 coplanar yang bekerja.



Dalam sistem ini persyaratan $\Sigma F_x = 0$ dan $\Sigma F_y = 0$ terpenuhi
Tetapi dengan adanya kopel (F.a) yang berputar kekiri, maka benda akan berputar terhadap pusatnya berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam.

Jadi agar terpenuhi keadaan seimbang statik, maka persyaratan $\Sigma F_x = 0$ dan $\Sigma F_y = 0$ harus dilengkapi dengan persyaratan: Resultan (jumlah) moment dari gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut terhadap sembarang titik di dalam benda tsb sama dengan nol → $\Sigma M_z = 0$

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

EQUILIBRIUM OF FORCE SYSTEMS

Jadi keadaan seimbang statik suatu benda yang terletak dalam bidang X-Y (kasus 2D) terhadap gaya-gaya coplanar pada bidang tersebut terpenuhi jika:

$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_y = 0 \qquad \Sigma M_z = 0$$

Jika diperluas untuk kasus 3D dalam sistim sumbu X-Y-Z maka persyaratan keseimbangan menjadi:

$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_y = 0 \qquad \Sigma F_z = 0$$
$$\Sigma M_x = 0 \qquad \Sigma M_y = 0 \qquad \Sigma M_z = 0$$

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

STATICALLY DETERMINATE AND INDETERMINATE STRUCTURES

Jika suatu struktur, reaksi-reaksi tumpuan dan gaya-gaya dalamnya (*internal forces*) dapat dihitung cukup dengan menggunakan persyaratan keseimbangan statik:

$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_y = 0 \qquad \Sigma M_z = 0$$

maka struktur tersebut dikelompokkan sebagai sistim struktur statis tertentu (*statically determinate structures*)

Jika suatu struktur, reaksi-reaksi tumpuan dan atau gaya-gaya dalamnya (*internal forces*) tidak dapat dihitung hanya dengan menggunakan persyaratan keseimbangan statik:

$$\Sigma F_x = 0 \qquad \Sigma F_y = 0 \qquad \Sigma M_z = 0$$

(misalnya karena jumlah variabel yang tidak diketahui melebihi jumlah persamaan keseimbangan yang hanya 3 buah itu), maka struktur tersebut dikelompokkan sebagai sistim struktur statis tak tertentu (*statically indeterminate structures or hyperstatic*)

STRUCTURAL ANALYSIS

PRINCIPLES OF STATIC

ASUMSI:

1. Bahan elastis linier (memenuhi Hukum Hook) → E, G, ν konstan.
2. Deformasi yang terjadi kecil → Persamaan keseimbangan dapat disu-sun pada bentuk struktur yg tidak berubah bentuk.

Oleh karenannya → berlaku prinsip SUPERPOSISI.

Detailed discription during the lecture !

Dalam Kuliah ASST ini dibatasi hanya untuk beban statis.

KRITERIA DASAR ANALISIS STRUKTUR STATIS TERTENTU:

1. Bahan struktur memenuhi hukum2 bahan → linier elastik (Hk Hook)
2. Prinsip2 keseimbangan statik terpenuhi:
   Untuk kasus bidang 2 dimensi (2D) → $\Sigma F_h = 0 \quad \Sigma F_v = 0 \quad \Sigma M = 0$
3. Prinsip kompatibilitas (hubungan perpindahan dan regangan) terpenuhi